

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**  
**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA**

**DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO**



**SDH COMO SOLUCION TECNOLOGICA**

**PRESENTA**

**Ing. Luis Enrique Cuevas Huesca**

**TESIS**

**EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN**  
**CIENCIAS DE LA INGENIERIA CON ESPECIALIDAD EN**  
**TELECOMUNICACIONES**

**SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N.L. A 8 NOVIEMBRE DEL 2007**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**

**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO**



**SDH COMO SOLUCION TECNOLOGICA**

**PRESENTA**

**Ing. Luis Enrique Cuevas Huesca**

**TESIS**

**EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN  
CIENCIAS DE LA INGENIERIA CON ESPECIALIDAD EN  
TELECOMUNICACIONES**

**SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N.L. A 8 NOVIEMBRE DEL 2007**

# Universidad Autónoma de Nuevo León

Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

División de Estudios de Posgrado

Los miembros del Comité de Tesis recomendamos que la Tesis "SDH Como Solución Tecnológica" realizada por el alumno: Luis Enrique Cuevas Huesca con número de matrícula: 1130068 sea aceptada para su defensa como opción al grado de Maestro en Ciencias de la Ingeniería con especialidad en Telecomunicaciones

## *El Comité de Tesis*

---

M.C. Leopoldo Villarreal Jiménez.  
Asesor

---

M.C. Saúl Cantú Estrada.  
Revisor

---

M.C. Fernando Estrada Salazar.  
Revisor

Vo. Bo.

---

Guadalupe Alan Castillo Rodríguez  
Subdirector de Postgrado  
División de Estudios de Postgrado

Ciudad Universitaria a 15 de Noviembre del 2007

## DEDICATORIA

*Este trabajo de investigación esta  
dedicado a todas las personas que me  
han apoyado a través de los años en  
mi preparación profesional y humana.*

## AGRADECIMIENTOS

*No quisiera dejar de mencionar lo infinitamente que estoy agradecido con mi familia, mis padres, mi esposa, mis hijos, hermanos y al Señor; así como también a todos los catedráticos que me han inculcado conocimiento y valores a lo largo de mi vida.*

# PROLOGO

El campo de las telecomunicaciones ha tenido un gran desarrollo y avance en años recientes, y las redes globales en lo que se refiere a telecomunicaciones es el mas grande sistema tecnológico creado; gracias a esto es posible transferir datos voz y video con ayuda de los equipos de TL, incluyendo a los equipos de fibra óptica; la sinergia y globalización de las telecomunicaciones demanda un gran caudal de conocimientos y actualizaron constante de las personas que forman parte del mundo de las telecomunicaciones modernas.

Desde hace varias décadas han surgido tecnologías idóneas para el transporte de las señales a través de canales ópticos, entre ellas la jerarquía sincronía digital SDH y el modo asíncrono de transmisión con velocidades que del bajo orden LO o PDH hasta transmisiones a niveles de 155 M, 622M, 2.5G y mas que son de un alto orden; por esto es necesario tener en cuenta diversos factores en la elección de la tecnología a usar tomando en cuenta las necesidades del usuario.

Por esta razón la información que se obtenga antes de montar un proyecto de telecomunicaciones en el área de transporte será fundamental para la elección de la tecnología adecuada.

<b>PROLOGO.....</b>	<b>4</b>
<b>CAPITULO 1 .....</b>	<b>7</b>
INTRODUCCION .....	7
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	7
1.2 OBJETIVO DE LA TESIS .....	8
1.3 HIPÓTESIS.....	8
1.4 LÍMITES DEL ESTUDIO .....	8
1.5 JUSTIFICACIÓN .....	9
1.6 METODOLOGÍA .....	9
<b>CAPITULO 2 .....</b>	<b>11</b>
MARCO TEÓRICO .....	11
2.1 LA RED SUPERPUESTA (RED SDH) .....	11
2.2 EVOLUCIÓN HASTA LAS REDES SDH .....	11
2.3 LAS REDES PDH.....	12
2.4 LAS REDES SDH.....	13
2.5 LAS TRAMAS DE SDH.....	15
2.6 ESTRUCTURA BÁSICA.....	15
2.7 COMPOSICIÓN DE TRAMAS: JERARQUÍA, COMPATIBILIDAD Y FLEXIBILIDAD .....	17
2.8 EQUIPOS DE SDH .....	19
2.8.1 <i>El multiplexor</i> .....	19
2.8.2 <i>Los cross-connect</i> .....	21
2.9 TOPOLOGÍAS DE ANILLO.....	22
2.10 APLICACIÓN A LA RED SUPERPUESTA EN REDES DE CABLE .....	24
2.11 MECANISMOS DE PROTECCIÓN.....	25
2.12 PROTECCIÓN DE SECCIÓN DE MULTIPLEXIÓN .....	25
2.13 PROTECCIÓN DE TRAYECTO .....	27
2.14 CÁLCULO DE CAPACIDAD .....	27
2.15 PARA PROTECCIÓN DE SECCIÓN EN TOPOLOGÍA UNIDIRECCIONAL .....	29
2.16 PARA PROTECCIÓN DE SECCIÓN EN TOPOLOGÍA BIDIRECCIONAL.....	30
<b>CAPITULO 3 .....</b>	<b>32</b>
REDES SDH-(PLATAFORMAS TECNOLÓGICAS ANALIZADAS) .....	32
3.1 REDES SDH DE TECNOLOGÍA .....	32
3.2 CROSS-CONNECTS SDH.....	33
3.3 MULTIPLEXORES ADD-DROP VC-12 SDH .....	34
3.4 MULTIPLEXORES ADD/DROP DE ORDEN SUPERIOR SDH .....	35
3.5 MÉTODO DE SOLUCIÓN.....	35
<b>CAPITULO 4 .....</b>	<b>46</b>
COMPARATIVO DE ATM .....	46
4.1 BACKBONE DE ATM .....	46
4.2 CONFIGURACION DE SERVICIOS EN ATM. ....	49
4.2.1 <i>Procedimiento para crear conexiones en ATM Caso 1. Creación de circuitos con capacidad E1-2MB.</i> .....	49
4.2.2 <i>Caso 2 Creación de circuito en equipos LS1010 Cisco ATM.</i> .....	53
4.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE ATM.....	57
4.4 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE SDH.....	59

<b>CAPITULO 5 .....</b>	<b>61</b>
CONCLUSIONES .....	61
5.1 POSIBILIDAD DE APLICACIÓN.....	61
5.2 COMPARATIVO SDH.....	62
5.3 ESTRATEGIAS DE MIGRACIÓN.....	63
5.3.1 Método de capa.....	63
5.3.2 Método de Isla .....	64
5.3.3 Método paralelo.....	64
5.4 CONCLUSIÓN.....	65
5.4.1 Estructura de la trama SDH.....	65
5.4.2 Beneficios SDH.....	66
5.4.3 Convergencia, ATM y SDH. ....	67
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>69</b>
<b>LISTADO DE FIGURAS. ....</b>	<b>70</b>
<b>LISTADO DE TABLAS. ....</b>	<b>71</b>
<b>GLOSARIO. ....</b>	<b>72</b>
<b>RESUMEN AUTOBIOGRAFICO.....</b>	<b>85</b>



# CAPITULO 1

## INTRODUCCION

### 1.1 Descripción del Problema

En la actualidad las redes de transmisión de telecomunicaciones que se desarrollan e implantan en cada uno de los Carriers, ISPs, Operadoras, etc., que son proveedores de servicios de interconexión para RDSI basan principalmente sus soluciones tecnológicas en: Frame Relay, SDH (Jerarquía Sincrónica Digital) y en los últimos años ATM (Modo Asíncrono de Transmisión); tomando diversos factores para estandarizar su backbone en su anillo metropolitano de fibra óptica.

En este caso hablaremos de un carrier mediano de última milla y analizaremos cual es la mejor solución tecnológica o backbone para un anillo metropolitano de fibra óptica debido a que se necesita una red WAN segura y confiable.

Como sabemos existen Carriers de RDSI muy grande como lo son Avantel, Telmex, Alestra que son los más fuertes y robustos en el mercado tanto en tecnología como en presencia que son los que dominan la mayor parte del mercado. Los Carriers mediano o pequeños que quiere ofrecer servicios de la RDSI deberán manejar una estrategia basada en solución tecnológica confiable, segura y a bajo costo.

## **1.2 Objetivo de la tesis**

El objetivo de esta tesis es establecer una serie de consideraciones para aquellas mediana empresas o Carriers de última milla que quieran ofrecer servicios de interconexión en un área metropolitana, y esto lo lograremos sentando las bases de la solución tecnológica que se considera óptima; en este caso SDH.

## **1.3 Hipótesis**

Supóngase una empresa joven, en este caso un Carrier pequeño que quiere entrar en el mercado empresarial ofreciendo servicios de interconexión; primeramente necesita contar con un backbone rentable y confiable. En este caso se realizará una recolección de información acerca de SDH (Jerarquía de Sincronía Digital) que es la solución tecnológica deseable para que en la empresa se esté trabajando en un ambiente lo más cercano posible a 100% de disponibilidad.

## **1.4 Límites del estudio**

El Carrier planteado contará con un anillo metropolitano de fibra óptica y con puntos de presencia basados en tecnología SDH (Plataformas tecnológicas Analizadas), con lo cual ofrecerá servicios de interconexión empresariales tanto a la IP como a otros carriers.

Por la magnitud del tema en cuestión, sólo se asentarán las bases teóricas de lo que es SDH y un anillo metropolitano de Fibra Óptica para servir de antecedente.

## **1.5 Justificación**

Se sabe que para poder entrar en el mercado de RDSI en este caso orientado a servicios de interconexión de última milla, es necesario contar con una buena solución tecnológica lo más confiable y segura al menor costo posible y más si se va a competir con grandes Carriers como los que mencionamos anteriormente (Telmex, Avantel, Alestra, Red Uno, etc.)

Como se habla de un Carrier pequeño deberá optimizar sus recursos e invertir una tecnología que le ofrezca rentabilidad, escalabilidad y su interoperabilidad con otras tecnologías. Así mismo se necesitan disminuir los costos de equipamiento en otras palabras simplificación de la red; fiabilidad de la red y gestión remota de punta a punta.

Todos estos aspectos son fundamentales a considerar y por esa razón se a considerado a SDH como la solución tecnológica más adecuada.

## **1.6 Metodología**

Para montar una red SDH en un anillo metropolitano de fibra óptica es necesario explicar lo que es el estándar SDH para líneas de telecomunicación de alta velocidad.

Para entender el funcionamiento de SDH es conveniente hacer una introducción previa a PDH, se sabrá que surgió como una tecnología basada en el transporte de canales digitales sobre un mismo enlace.

Una red de sincronía es capaz de incrementar sensiblemente el ancho de banda disponible y reducir el número de equipos de red sobre el mismo soporte

físico que otro tipo de tecnologías. Además la posibilidad de gestión de red dota a esta mayor flexibilidad.

Se hablará del número de velocidades básicas en SDH:

- 155 Mbps, STM-1
- 622 Mbps, SRM-4
- 2.4 Gbps, STM-16
- 10 Gbps, STM-64

# **CAPITULO 2**

## **MARCO TEÓRICO**

### **2.1 La red superpuesta (red SDH)**

En este apartado se pretende profundizar en los aspectos técnicos de las redes superpuestas que es necesario tener en cuenta cuando se diseña una red de estas. Estas redes se componen de una red SDH que transporta la señal hasta los nodos secundarios y de los pares de cobre o fibra si se solicita que lleguen hasta el usuario. Como la tecnología de los pares de cobre es sencilla y no debería tener muchos secretos a estas alturas, nos vamos a centrar en las redes SDH sobre las que se basa nuestra red superpuesta. Para estudiar esta red veremos en primer lugar, cual ha sido el proceso de evolución hasta llegar a las redes SDH y poder apreciar así que ventajas ofrece. En segundo lugar echaremos un vistazo a aspectos técnicos de las redes SDH como son las tramas y los equipos de red. Estos aspectos nos permitirán entender mejor la potencia y flexibilidad que ofrece SDH. Por último, enunciaremos las distintas topologías en anillo que se suelen emplear analizando los mecanismos de protección que se pueden ofrecer en dichos anillos, y terminando explicando como se calcula la capacidad necesaria de esos anillos. Estos últimos aspectos nos permitirán apreciar que además de prestaciones, las redes SDH son muy fiables y fáciles de gestionar.

### **2.2 Evolución hasta las redes SDH**

Antiguamente, las conversaciones telefónicas (señales de 4Khz) se multiplexaban en frecuencia en las centralitas y nodos de conmutación para ser transportadas de una manera eficiente. Sin embargo, en la década de los setenta aparecieron los primeros sistemas digitales que codificaban las conversaciones telefónicas con PCM en canales de 64 Kbps. La división en frecuencia no era ya una solución apropiada para la multiplexión de estas señales y había que pasar a sistemas por división en el tiempo.

## **2.3 Las redes PDH**

Simultáneamente aparecieron en Europa y USA, soluciones para la multiplexión de canales digitales de 64 Kbps. Así aparecían las redes PDH (Plesynchronous digital Hierarchy) que estructuraban la manera de multiplexar canales de 64 Kbps en canales digitales de mayor capacidad. Esto que parecía una buena solución planteaba en realidad una serie de problemas entre los que destacamos los siguientes:

La red era plesíncrona (casi síncrona), es decir que no todos los equipos transmitían exactamente a la misma velocidad, lo que conllevaba serios problemas en la multiplexión de distintas fuentes y obligaba a implantar complicados y caros mecanismos con bits de justificación para, añadiendo o quitando de estos bits, igualar las velocidades de las fuentes.

La operación de inserción y extracción de se realiza al multiplexar en cada uno de los niveles de la jerarquía. Por este motivo localizar una señal de 64 Kb/s dentro de una trama de nivel superior supone demultiplexar todos los niveles uno a uno, identificando los bits de relleno, hasta el nivel inferior. La operación de insertar una señal nueva supondría también demultiplexar toda la trama nivel a nivel, añadir el nuevo canal y multiplexar de nuevo todo el sistema añadiendo o quitando los bits de justificación. Como se puede observar la operación

resultante es realmente compleja y requiere el uso de un número elevado de equipos. Además, la rigidez de esta estructura choca frontalmente con la flexibilidad que se demanda hoy en día.

Europa (con los E1, E2, E3, E4, E5), Estados Unidos (con su T1, T2, T3, T4) y Japón (con su J1, J2, J3, J4, J5) tienen distintos niveles de jerarquías que requieren equipos muy caros y complejos para poder adaptarlas.

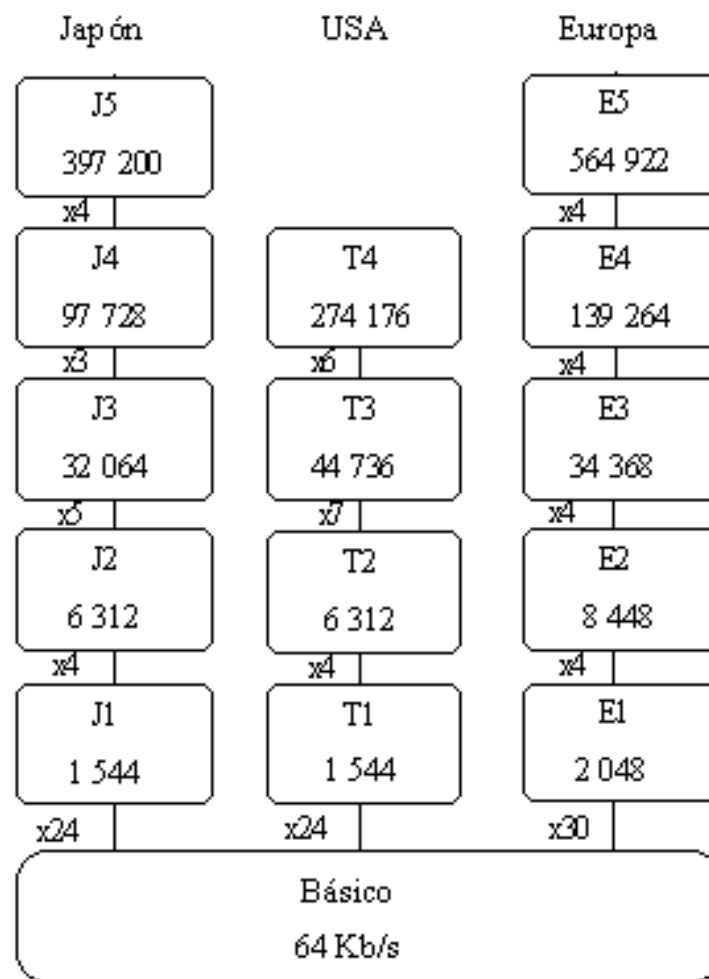


Figura 1. Jerarquía Digital Plesiócrona.

## 2.4 Las redes SDH

Para resolver los problemas antes comentados, apareció en Estados Unidos el estándar SONET (Synchronous Optical Network) en el que se basó la CCITT para crear el estándar SDH (Synchronous Digital Hierarchy). La principal diferencia de estos sistemas es que eran síncronos (es decir con un reloj único en toda la red) y solucionaban por tanto los problemas anteriores y ofrecían una red cuyas principales ventajas eran:

**Compatibilidad:** Algo fundamental para que este nuevo sistema pudiera implantarse es que permitía la coexistencia con los sistemas PDH existentes ya que las tramas SDH podían transportar tramas PDH en los denominados contenedores que veremos luego.

**Estandarización:** Es muy importante la existencia de un estándar que se sigue en todos los países del mundo y que facilita la interconexión entre países así como la economía de escala.

**Simplificación de la red:** La existencia de un sincronismo único en toda la red facilita la operación de inserción y extracción de tributarios en las tramas multiplexadas, resultando en una reducción de equipos en la red y la consiguiente disminución de costos.

**Flexibilidad:** La sencillez para acceder a los canales que componen las tramas de alta velocidad de SDH (sacando y añadiendo sin necesidad de demultiplexar y multiplexar todo como en PDH) y la facilidad para reasignar los circuitos hacen muy rápida la tarea de asignar una capacidad específica a los clientes que la demanden, y mantener unas necesidades dinámicas.

**Fiabilidad:** La estructura de tramas (con cabeceras para distintos niveles) y las topologías en anillo (con sus mecanismos de protección y recuperación automática ante fallos) ofrecen una gran capacidad para gestionar, controlar y proteger el tráfico de estas redes. Esto tiene una gran importancia ya que hoy en día se valora mucho la calidad de servicio.



## **2.5 Las tramas de SDH**

La gran flexibilidad, compatibilidad y fiabilidad de SDH reside en buena parte en la forma de entramar la información. Esto se debe a que en la estructura de estas tramas se reserva mucho espacio para la gestión y control de la red a distintos niveles, y a la forma en que se mete la información en las tramas que permite integrar canales de distintas velocidades pudiendo agregar o sacar canales fácilmente en los nodos multiplexores.

## **2.6 Estructura básica**

Para comprender la estructura básica de las tramas (es decir ver el espacio reservado a cabeceras, información...), es necesario en primer lugar conocer el modelo de referencia de las redes SDH y ver como la arquitectura SDH se separa en cuatro capas:

- Física: Define características físicas de la red: señales eléctricas de entrada, tipo de fibra, ventana de trabajo del Láser, etc.
- Sección: Parte de red comprendida entre dos regeneradores de señal ópticos o eléctricos.
- Línea: Parte de red comprendida entre dos equipos multiplexores.
- Trayecto: Parte de red comprendida entre los dos extremos de la transmisión.

La siguiente figura refleja la situación de cada uno de los interfaces a los que dan lugar las capas anteriores dentro de la red.

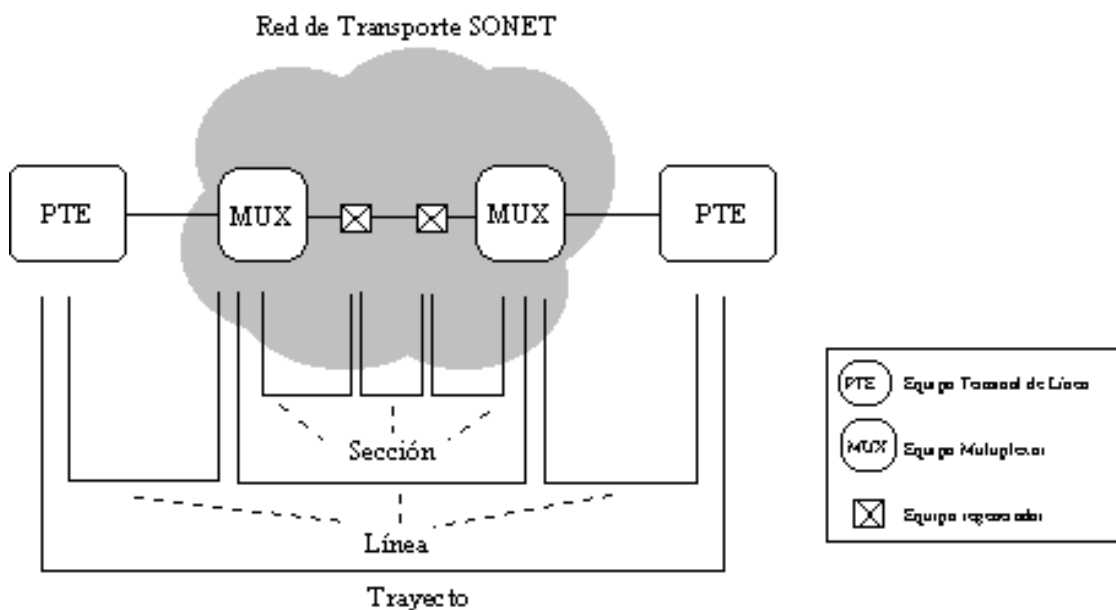


Figura 2. Arquitectura de Red SDH

Una vez visto esto, ya podemos entender el espacio que deja SDH para cabeceras de los distintos niveles y que facilitan la gestión y control de la red. Estamos por tanto en condiciones de ver cómo es la estructura básica de una trama STM-1 (synchronous transport mode) que se transmite cada 125 us lo que da una velocidad de transmisión de 155 Mbps ( $270 \times 9 \times 8 / 125e-6$ ) de los cuales unos 150 Mbps ( $260 \times 9 \times 8 / 125e-6$ ) pueden llevar información. A continuación mostramos una de estas tramas:

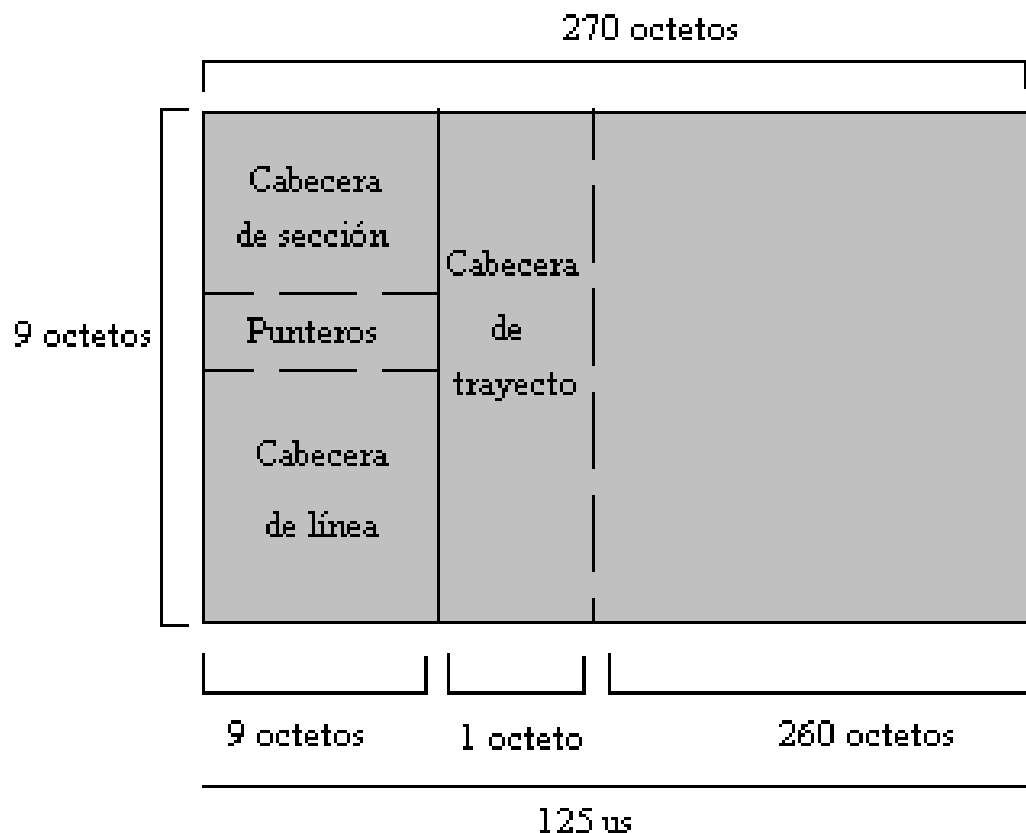


Figura 3. Trama SDH.

## 2.7 Composición de tramas: jerarquía, compatibilidad y flexibilidad

Otro aspecto muy importante de las tramas SDH son la capacidad de multiplexarse o demultiplexarse con gran facilidad permitiendo compatibilidades con entramados ya existentes.

Hacia niveles superiores, la trama STM-1 puede multiplexarse con otras cuatro para formar una STM-4 de 622 Mbps que puede multiplexarse con otras cuatro como ella y formar una STM-16 de 2,5 Gbps. Obsérvese cómo la notación STM-N indica una capacidad N veces superior a la de STM-1.



Tabla 1. Notación STM-N.

Hacia los niveles inferiores, SDH ofrece gran número de posibilidades a través de lo que se denominan contenedores. En efecto existe un gran número de posibilidades de integrar canales de distintas velocidades que se introducen en un contenedor al cual se le añaden cabeceras de control, con el destino y un puntero que permite fácilmente reconocerlos y sacarlos de la trama. A continuación se muestran esas posibilidades de integración que como vemos tiene varios niveles y de la que cabe destacar que en una trama STM-1 caben 63 tramas de 2 Mbps que son las tramas usadas en Europa para albergar 30 canales de 64Kbps (E1), lo que nos permite ver que una trama STM-1 tiene capacidad para 1890 canales de 64 Kbps.

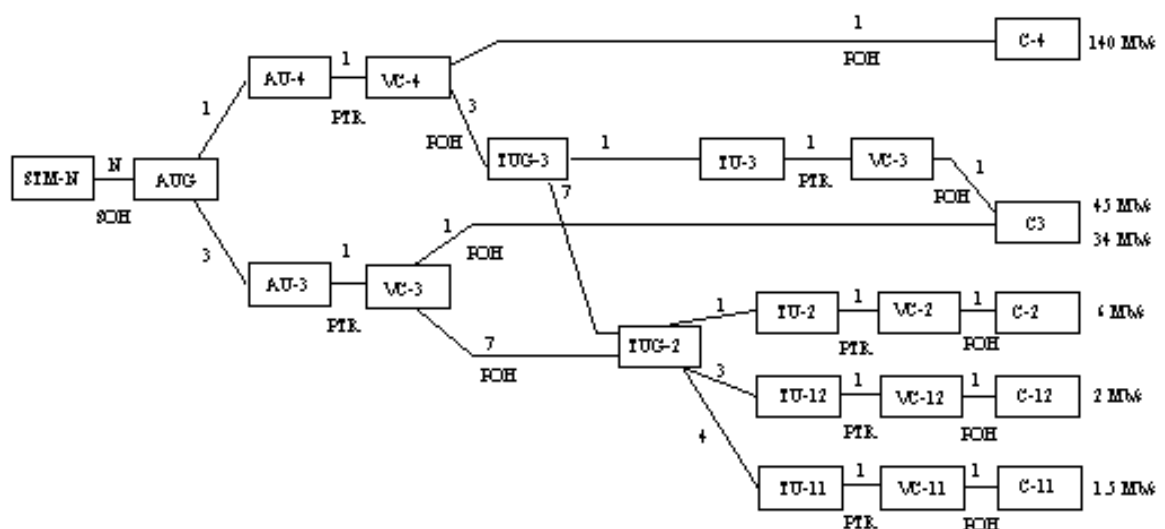


Figura 4. Niveles de una trama STM-N.

## 2.8 Equipos de SDH

### 2.8.1 El multiplexor

La funcionalidad de los equipos multiplexores es agregar un conjunto de señales de entrada para poderlas transmitir por una salida de mayor velocidad. En SDH este es el equipo "estrella" ya que son capaces de agregar y sacar directamente tributarios (canales) de bajo nivel en tramas de alto nivel simplificando así el equipamiento. Además tienen la ventaja de poder agregar tributarios de distinta velocidad con lo que pueden dar respuesta a flexible. Los multiplexores síncronos se pueden utilizar fundamentalmente en dos configuraciones distintas:

Configuración punto a punto: Agregan tráfico remoto y facilitan su transporte hacia el punto de interconexión. Su capacidad para aceptar tributarios de distintos niveles lo hacen muy flexible, y capaz para ofrecer soluciones a distintas necesidades.

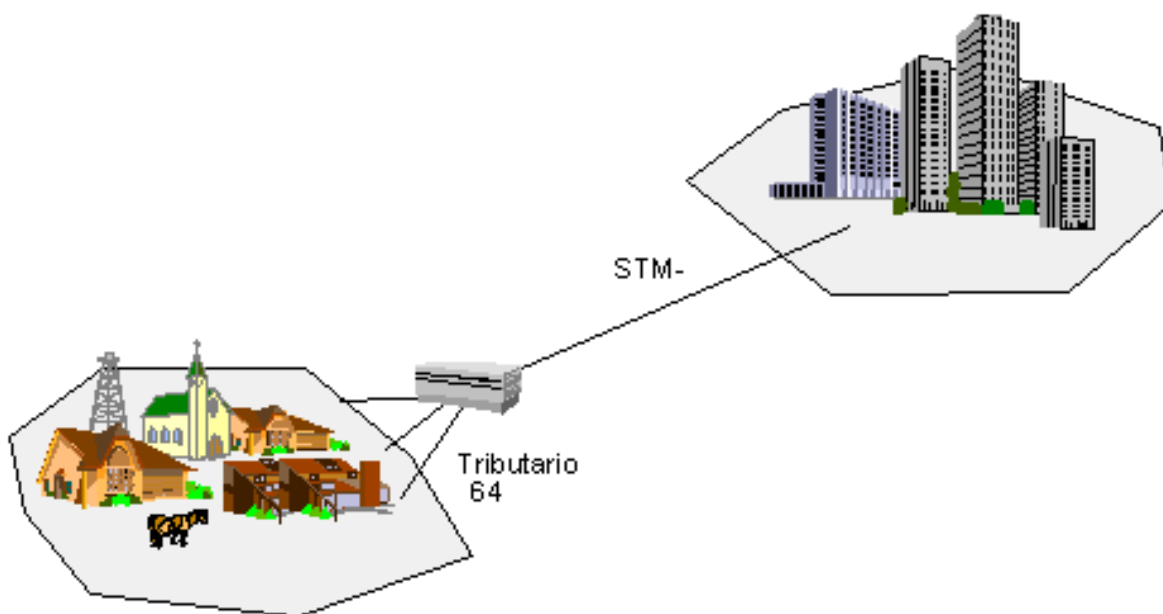


Figura 5. Configuración del Multiplexor

Configuración de inserción-extracción (ADM, Add & Drop Multiplexer): En esta configuración los multiplexores de SDH proporcionan conectividad entre nodos a lo largo de una ruta, típicamente configurada como un anillo. Cada multiplexor recibe la señal, extrae o agrega tributarios y deja pasar la trama actualizada hacia el siguiente multiplexor. Esta es la configuración más utilizada por su gran flexibilidad y fiabilidad aportada por el anillo.

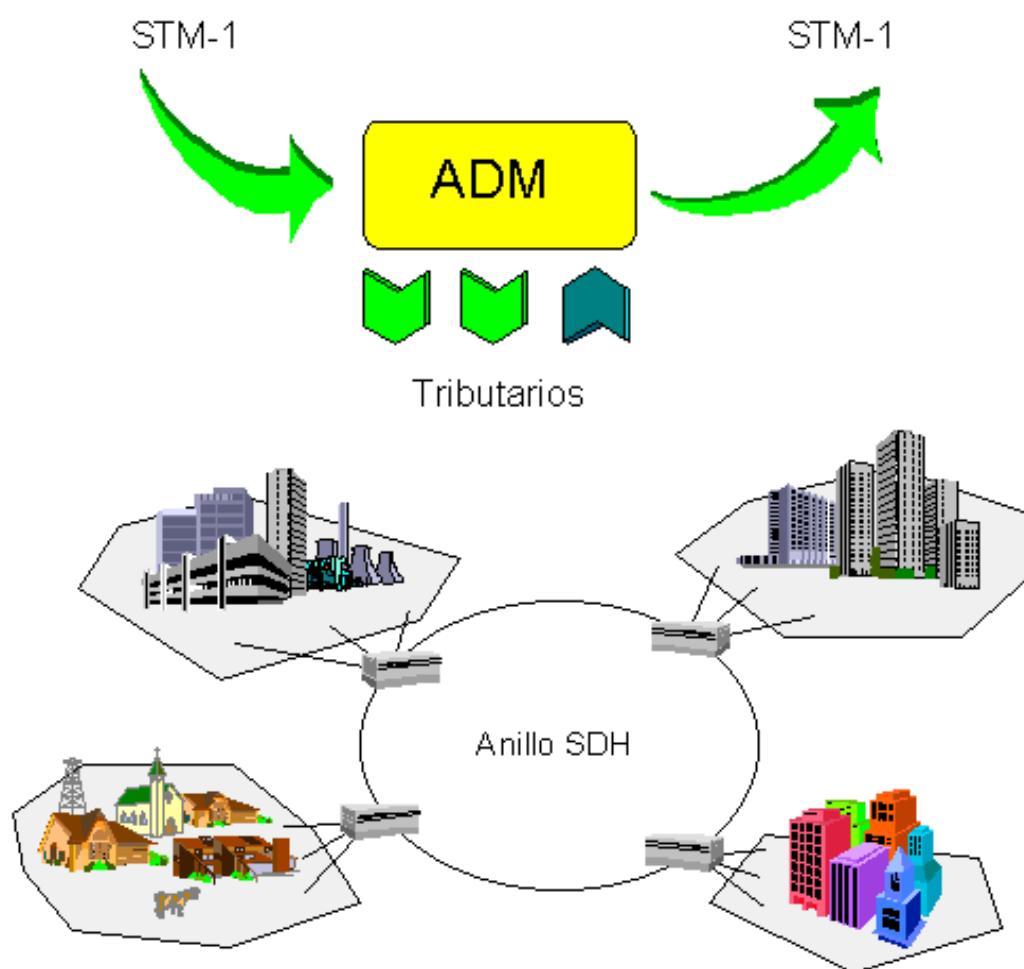


Figura 6. Configuración del Multiplexor 2.

### 2.8.2 Los cross-connect

La funcionalidad de estos equipos es establecer conexiones lógicas semi-permanentes entre sus enlaces de entrada y salida sobre las conexiones físicas existentes.

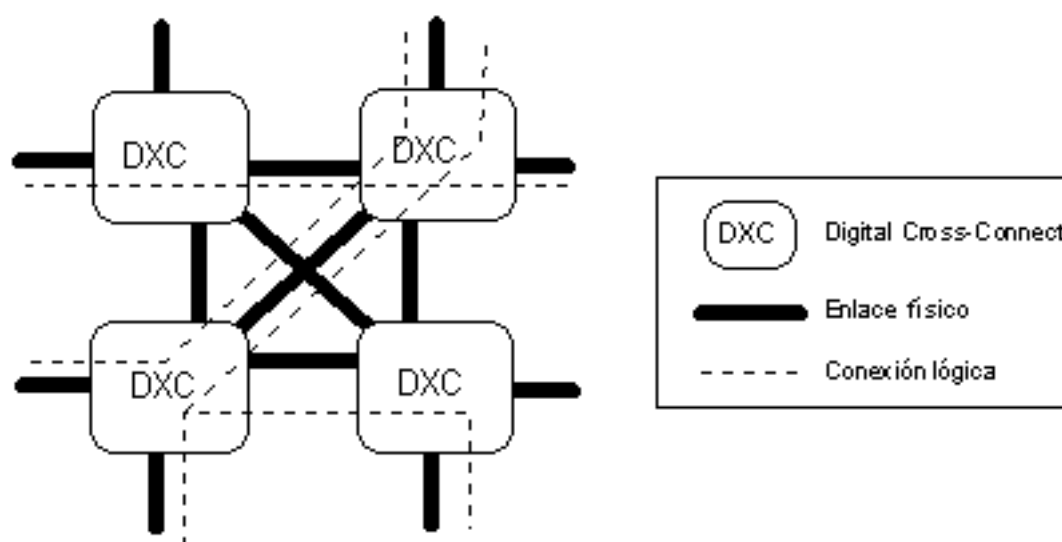


Figura 7. Operación de Cross-Connect.

En los sistemas síncronos es posible tener esta función de cross-connect distribuida entre distintos elementos de la red sin que haga falta tener un dispositivo concreto para ello. En topologías en anillo es típico que esta función la realicen los multiplexores de inserción y extracción (Add-Drop Multiplexers o ADMs): El ADM reconoce qué canales de la trama que le llega por un sentido tiene por destino un tributario suyo y los extrae, dejando pasar el resto del tráfico por la otra fibra.

## 2.9 Topologías de anillo

Aunque SDH es muy flexible y permite topologías en malla o estrella, la topología más "popular" es sin duda la basada en tendido de anillos. Esto es debido a que permite utilizar las facilidades cross-connect de los multiplexores configurados como ADM lo que permite una gran facilidad para reconfigurar la red y además ofrece una alta fiabilidad gracias a los sistemas de protección y recuperación ante fallos que se pueden implantar.

Los mecanismos de protección que se estudiarán más adelante, son en el caso de los anillos bastantes sencillos y se basan en el hecho de que si una fibra se corta y no se puede transmitir más en un tramo, entonces al llegar el tráfico al último nodo antes de la rotura, el nodo reenvía ese tráfico por otra fibra en dirección contraria y ese tráfico pasa a llamarse tráfico de protección. En función del mecanismo adoptado para transportar el tráfico de protección los anillos se clasifican en unidireccionales y bidireccionales. En los anillos unidireccionales todo el tráfico normal viaja por una fibra en un sentido del anillo (p.e. en el de las agujas del reloj) y todo el tráfico de protección se transmite por otra fibra distinta en sentido contrario. En los anillos bidireccionales el tráfico normal y el de protección viajan en ambos sentidos.

A continuación se listan las topologías más frecuentes:

- Anillo unidireccional de dos fibras: Una fibra transporta el tráfico normal en un sentido y la otra transporta el de protección en el contrario.
- Anillo unidireccional de cuatro fibras: igual pero con dos fibras en cada sentido.
- Anillo bidireccional de dos fibras: Las dos fibras transportan un 50% de tráfico normal y 50 % de protección al mismo tiempo, cada una en un



sentido. Tiene la ventaja de que en funcionamiento normal, la transmisión se hace siempre sobre la ruta más corta.

- Anillo bidireccional de cuatro fibras: Igual pero ahora hay una fibra para cada tráfico y cada sentido.

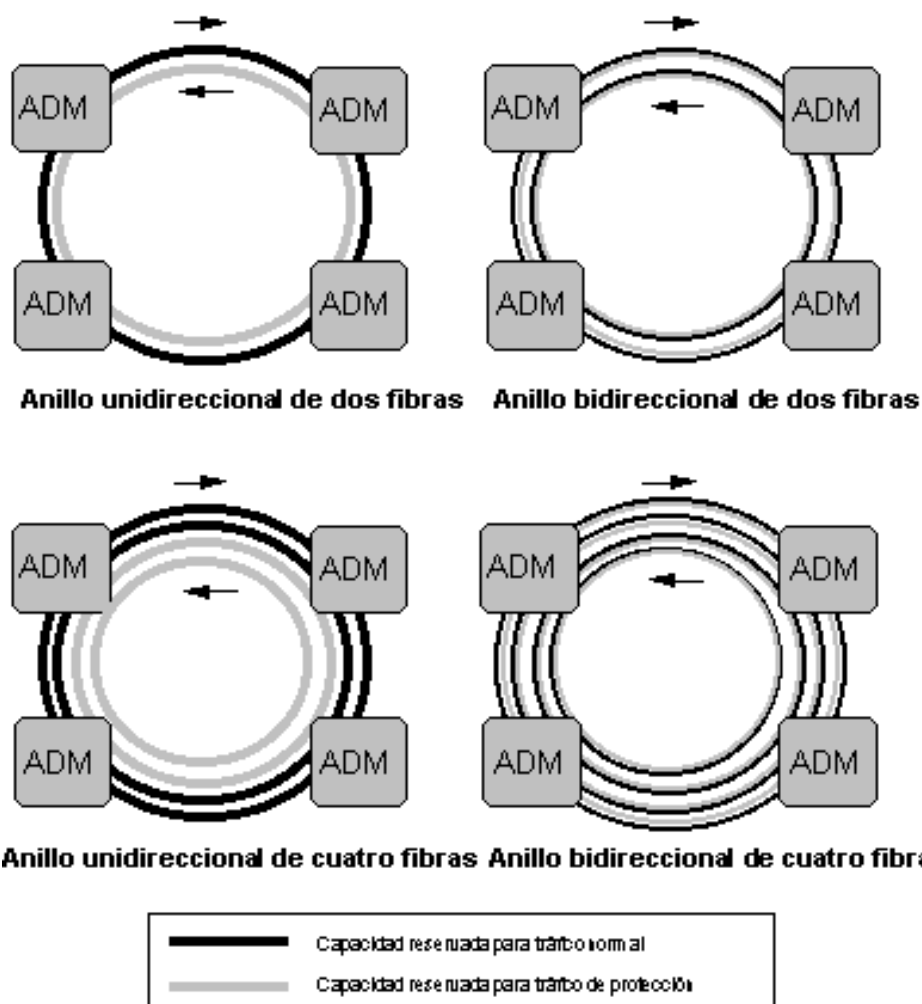


Figura 8. Anillos Unidireccionales de 4 y 8 Fibras

## 2.10 Aplicación a la red superpuesta en redes de cable

La topología en anillo ofrece también la ventaja de poder implementar una red de acceso muy flexible y fácilmente configurable instalando en cada nodo un ADM que meta y saque el tráfico que incumba a los usuarios que tiene conectado, y en conectar en el anillo otro ADM que saque el tráfico del resto de los nodo para llevarlo a una central de conmutación dónde el tráfico vuelva a meterse en el anillo a salga fuera en función del destinatario de la llamada. De esta forma se establecen tantos circuitos como sea necesario entre cada nodo con población y la central de conmutación.

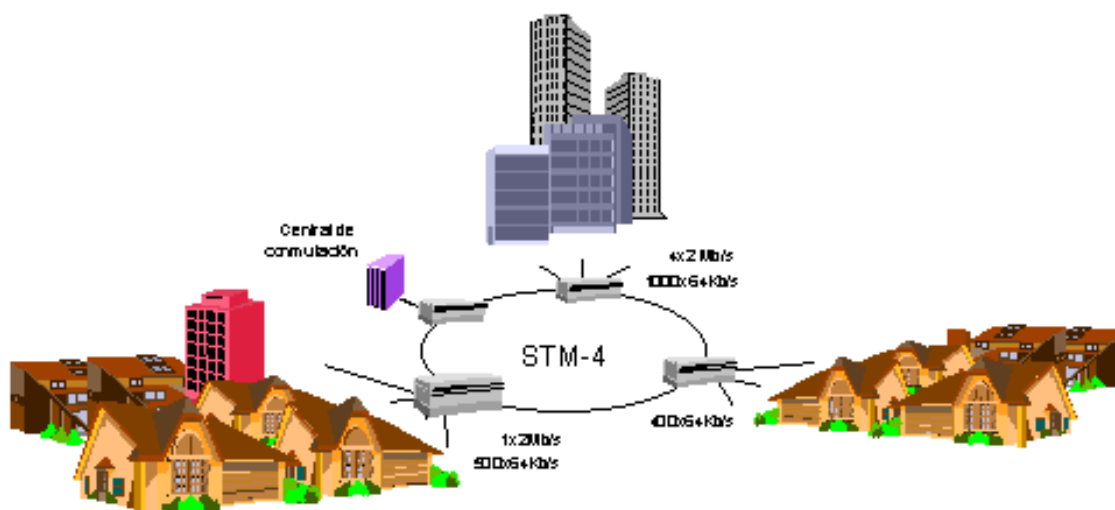


Figura 9. Red de acceso con topología

Esta es la solución típica para la red superpuesta a la HFC en redes de cable con la diferencia de que los anillos tienen una jerarquía de dos niveles, es decir, que la central de conmutación está en el anillo primario y los nodos a los que están conectados los usuarios directamente son los nodos secundarios. El tráfico de los usuarios entra entonces a través de los nodos secundarios en los anillos secundarios y pasa al anillo primario a través del nodo primario por donde llega hasta la central de conmutación. Allí será enrutado de vuelta hacia

los anillos o hacia fuera de la red dependiendo de quién sea el destinatario del tráfico (en la red o fuera).

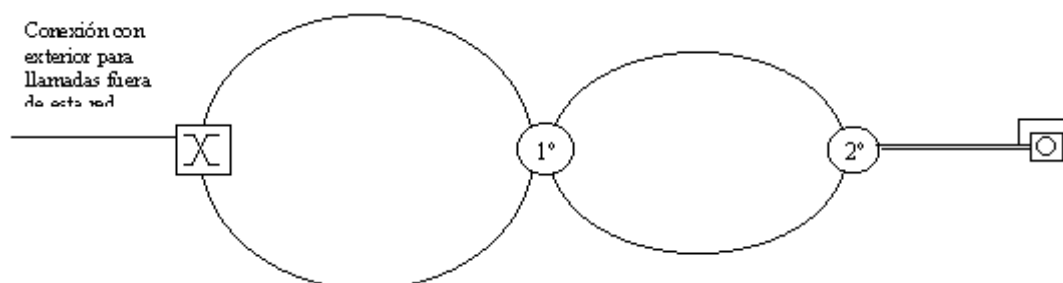


Figura 10. Conexión para llamadas fuera de red.

Debe tenerse en cuenta que tanto los nodos secundarios como la central de conmutación, necesitan estar equipados de un ADM mientras que en el nodo primario, son necesarios dos ADMs, uno para cada anillo.

## 2.11 Mecanismos de protección

Las topologías de red basadas en anillo facilitan el uso de mecanismos automáticos de recuperación frente a fallos como roturas de fibra o caídas de equipos. El objetivo de estos mecanismos es que el servicio no quede interrumpido durante el tiempo que transcurra hasta que se solucione la avería. En este apartado se van a estudiar los dos mecanismos de protección más habituales: protección de la sección de multiplexión y protección de trayecto.

## 2.12 Protección de sección de multiplexión

Proporcionan protección extremo a extremo en una sección de multiplexión. Según sea el anillo unidireccional o bidireccional el modo de operación normal

será diferente ya que en el caso bidireccional, se utiliza siempre el anillo con la ruta más corta. Sin embargo, la protección en caso de caída es muy similar: El último nodo en el sentido del tráfico normal antes de la caída, se da cuenta de la caída y reenvía el tráfico en dirección contraria como tráfico de protección hasta que llega al último nodo en ese sentido que coge lo que le interesa y lo que sobra lo vuelve a meter como tráfico normal. Las siguientes figuras tratan de ilustrar estos mecanismos. El primer caso es el caso unidireccional y el segundo el bidireccional.

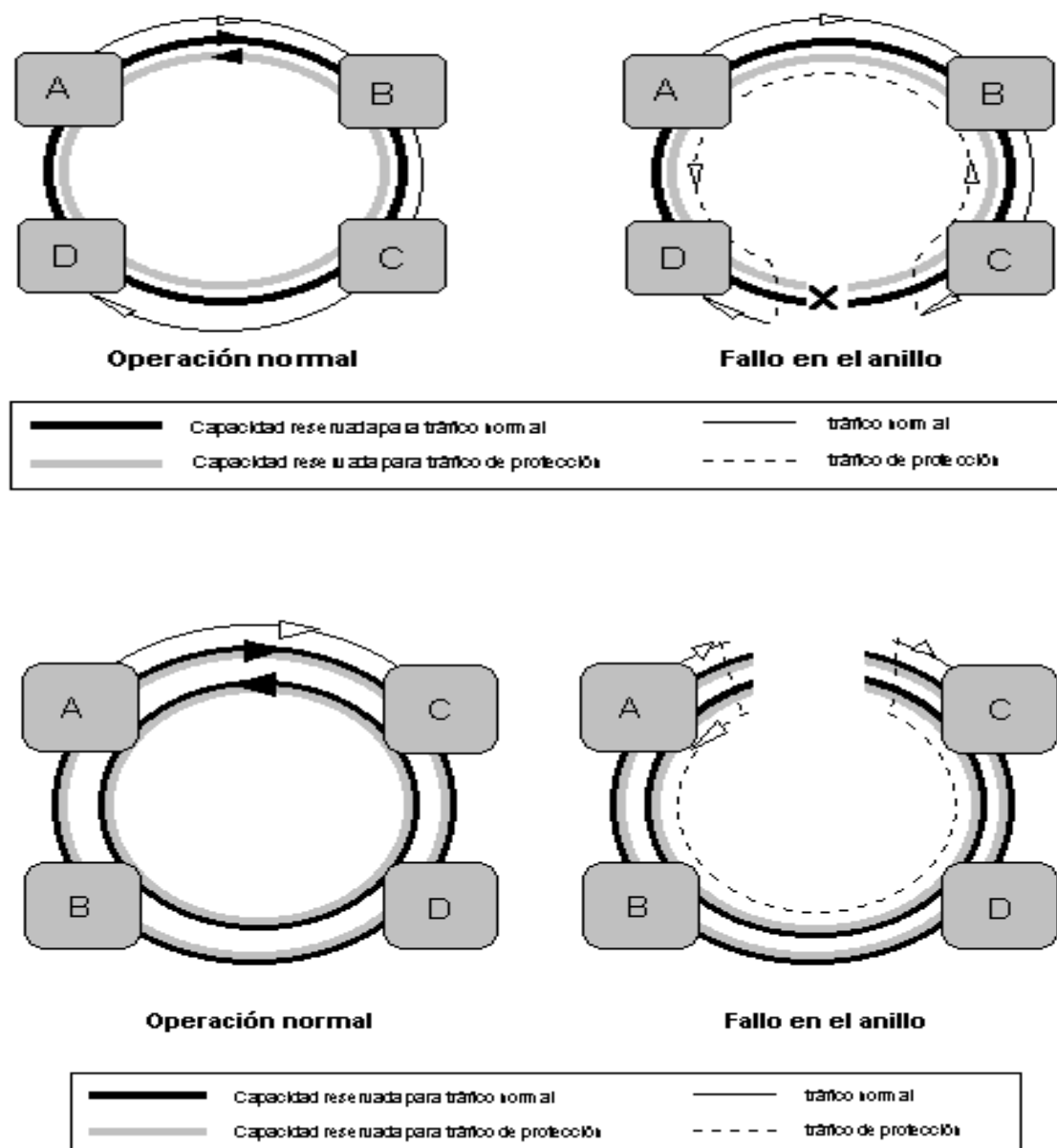


Figura 11. Mecanismo de Protección Unidireccional y Bidireccional.

## 2.13 Protección de trayecto

La protección de sección tiene el "inconveniente" de que todo el tráfico está protegido y por lo tanto es necesaria mantener mucha capacidad extra para el tráfico de protección. La protección de trayecto, permite distinguir que tráfico va a ser protegido y cual no. El tráfico protegido se enviará en las dos direcciones (en los dos anillos). El receptor puede así elegir la señal con más calidad y en caso de rotura, siempre llega señal. El tráfico no protegido se envía la mitad en un sentido y la mitad en el otro. En caso de fallo no se perderá más que la mitad de este tráfico no protegido.

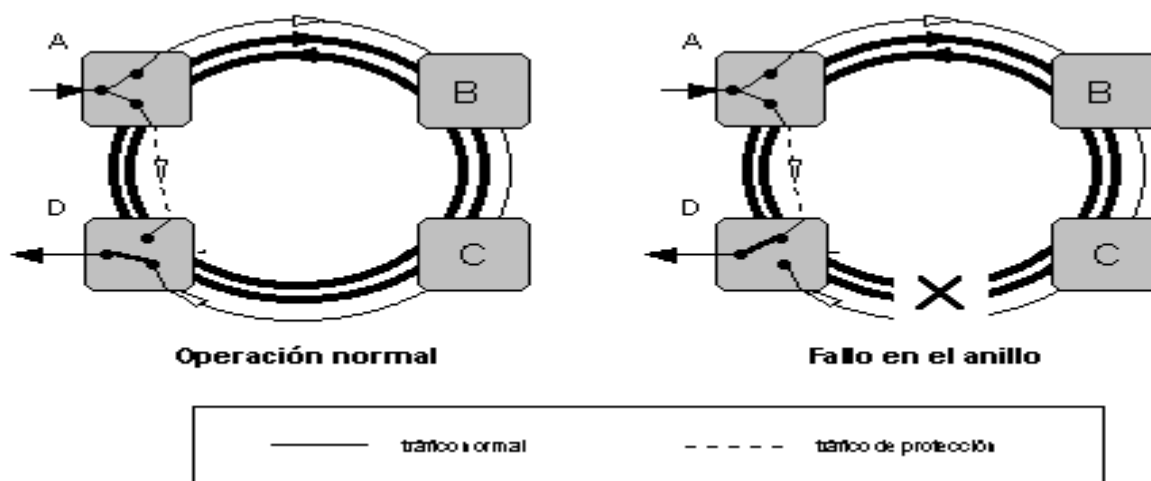


Figura 12. Protección de trayecto.

## 2.14 Cálculo de capacidad

La capacidad que debe tener la red está determinada por la suma de los volúmenes de tráfico normal y de protección que es necesario transportar entre los nodos. Esta suma, sin embargo, varía en función de cuál sea el sistema de protección adoptado en la red. En esta sección se estudiará cómo se calcula la

capacidad requerida por la red y cuáles son las ventajas e inconvenientes de cada sistema.

En primer lugar vamos a considerar que el tráfico es simétrico que es lo más normal en circunstancias normales (telefonía, alquiler de circuitos...). En otras palabras el tráfico entre dos nodos, será el mismo de uno a otro que de otro a uno.

En segundo lugar, hay que tener en cuenta que la suma de tráfico no se produce directamente en bits. En efecto, uno estudiará cuáles son las necesidades de los usuarios, y las traducirá a los canales típicos que puede albergar la trama STM-1. Con esto quiero decir que en caso de querer enviar canales de 2 Mbps en una trama STM-1, no se trata de hacer  $150 \text{ Mbps} / 2 \text{ Mbps}$  si no de atendiendo a la jerarquización de contenedores, darse cuenta de que caben 63 canales. Igualmente caben 1890 canales de 64 Kbps (pues hay 30 de estos canales por cada uno de 2 Mbps). Lo mismo se aplica cuando se quieren enviar canales de distinta velocidad, hay que estudiar la capacidad en las jerarquías posibles para formar tramas STM-N vistas anteriormente.

Para ilustrar lo que ahora vamos a decir, nos basaremos en el ejemplo de la siguiente figura dónde  $D_{ij}$  representa el tráfico entre los nodos  $i$  y  $j$  (Obsérvese que  $D_{ij}=D_{ji}$  por simetría):

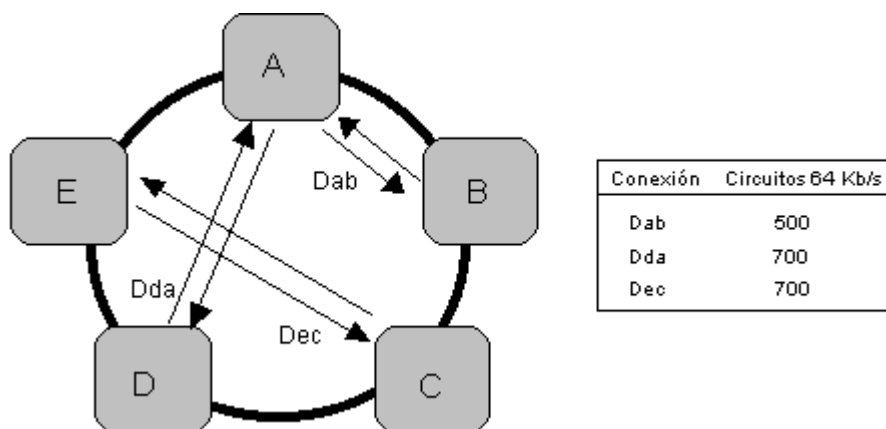


Figura 13. Calculo de Capacidad.

## 2.15 Para protección de sección en topología unidireccional

En este caso, como el tráfico es simétrico (hay lo mismo de un nodo a otro que desde ese otro al uno) y la información sólo viaja en un sentido en operación normal, cualquier canal entre dos nodos, estará presente en todo el anillo por tanto. Luego siempre habrá el mismo tráfico en todo el anillo (ver siguiente figura), que será el que aparezca como máximo en el anillo de protección y que vale la suma de los tráficos entre nodos.

$$C_{unidireccional} = \sum D_{i,j}$$

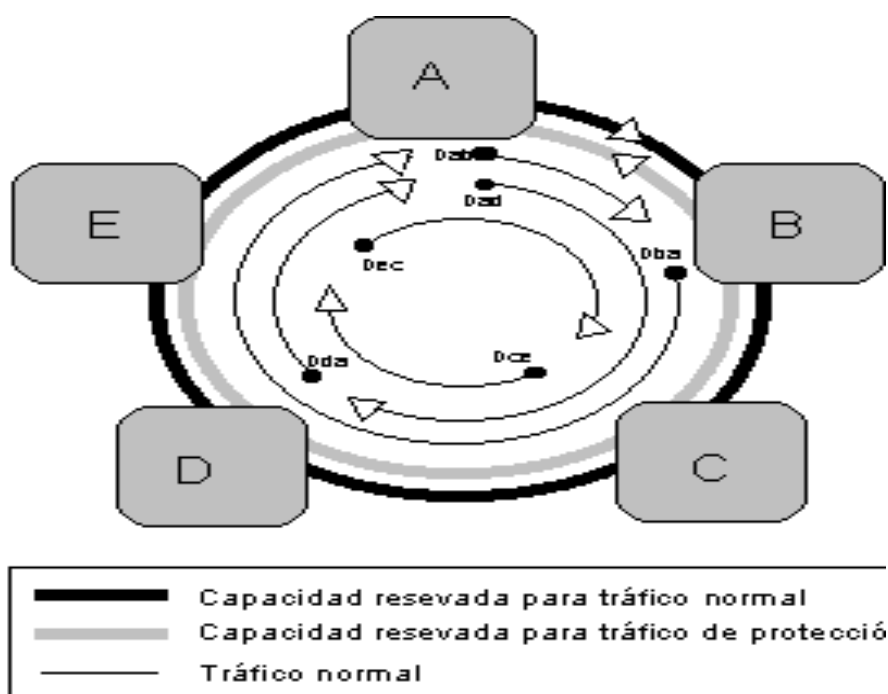


Figura 14. Protección de Sección Unidireccional.

Cogiendo los valores del ejemplo obtenemos que necesitamos una capacidad de  $700 + 500 + 700 = 1900$  circuitos de 64 Kbps. Necesitaremos por tanto un STM-4.

## 2.16 Para protección de sección en topología bidireccional

En este caso, como el tráfico puede ir en las dos direcciones y siempre coge el camino más corto, las necesidades de capacidad no son homogéneas en toda la fibra como antes (ver siguiente figura). La capacidad necesaria viene por lo tanto dada el tramo entre dos nodos en el haya más tráfico. Sin embargo esto no es todo porque en caso de rotura de ese tramo, todo ese tráfico se enviará como tráfico de protección en dirección contraria y deberá sumarse al tráfico normal que ya iba en esa dirección. Eso conduce a que al tráfico que se encuentra en el tramo con más tráfico, hay que sumar el tráfico máximo que encontremos en dirección contraria en otro tramo distinto. Esto analíticamente puede expresarse como:

$$C_{\text{Bidireccional}} = D_m + D_n;$$

$$D_m = \max.(D_{AB}, D_{BC}, \dots)$$

$$D_n = \max.(D_i) \quad i \neq m$$

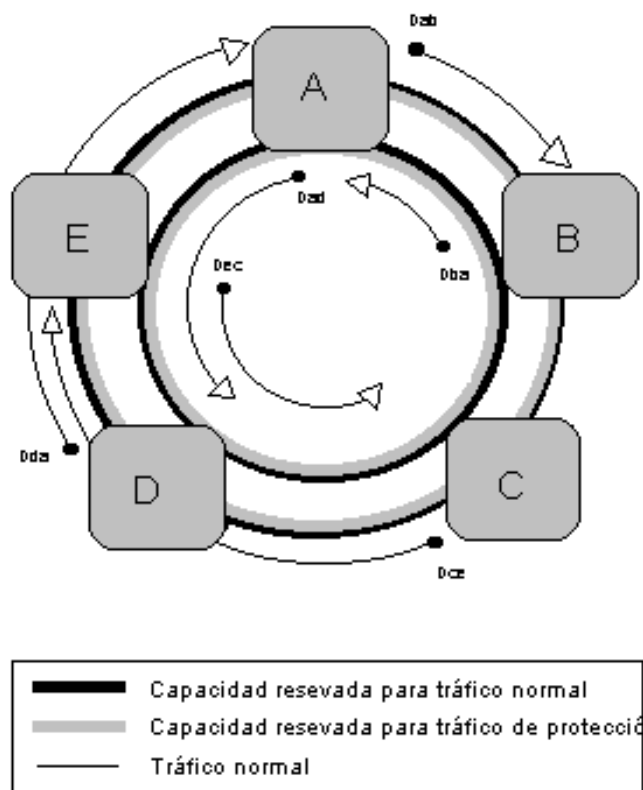


Figura 15. Protección de Sección Bidireccional.



Cogiendo los valores del ejemplo obtenemos que necesitamos una capacidad de 1400 (de enlace D-E) + 700 (del enlace C-D o E-A) = 1900 circuitos de 64 Kbps. Necesitaremos por tanto un STM-4.

Estas recomendaciones definen también una estructura de multiplexación, donde una señal STM-1 puede portar señales de menor tráfico, permitiendo el transporte de señales PDH entre 1,5 Mbps y 140 Mbps.

En una red de sincronía todo el equipamiento se sincroniza con un mismo reloj de red.

Para poder contar con una red SDH deberemos de seguir una serie de pasos:

- 1.- Simplificación de red.
- 2.- Fiabilidad.
- 3.- Software de control.
- 4.- Estandarización.

# CAPITULO 3

## **REDES SDH-(Plataformas tecnológicas Analizadas)**

### **3.1 Redes SDH de Tecnología**

Desde que comenzó a utilizar la radio para transmisión hasta el desarrollo del mayor switch digital del mundo, SDH ha sido una compañía pionera en el sector de las telecomunicaciones, hasta el punto de que en la actualidad es la firma número uno en el sector de SDH mundial.

Las soluciones SDH de (Plataformas tecnológicas Analizadas) son completamente flexibles, fiables, compactas y baratas. Utilizando esta tecnología, OMNILogic trabaja con usted en cada fase del proyecto para crear redes SDH que satisfagan completamente sus necesidades.

En la actualidad 17 de cada 20 empresas de telecomunicación líderes en el mundo confían en la tecnología de (Plataformas tecnológicas Analizadas) para sus redes. SDH ha dominado el mercado mundial de SDH desde 1995, habiendo capturado más de un tercio del mercado, incluyendo las dos mayores redes del mundo - Australia y China.

El equipamiento SDH está funcionando en más de 80 operadores de red en más de 60 países. Las soluciones de (Plataformas Tecnológicas Analizadas) comprenden multiplexores innovadores y flexibles de fácil gestión, así como sistemas de línea y cross connects.

Solución para redes SDH

Acceso SDH

Multiplexores ADD/DROP de Orden Superior SDH

CROSS-CONNECTS SDH

Multiplexores ADD/DROP VC-12 SDH



Figura 16. Soluciones SDH.

### 3.2 Cross-Connects SDH

Los cross-connects digitales síncronos MSH proveen funcionalidad de conexión de red. MSH80 y 90 se pueden utilizar en cualquier sitio de la red para interconectar de forma rápida y flexible grandes volúmenes de tráfico.

Los operadores que implementan las soluciones de conexión SDH de (Plataformas Tecnológicas Analizadas) confían en que su inversión vale la pena, considerando la posibilidad del producto para evolucionar y mantenerse al paso con el crecimiento del tráfico.

Los cross-connects 4/4 y 4/1 de (Plataformas Tecnológicas Analizadas) direccionan y restauran los canales de alta capacidad de la red. El equipamiento se puede utilizar para direccionado, consolidación, grooming, hubbing y ring closure.

MSH80

MSH90

### 3.3 Multiplexores ADD-DROP VC-12 SDH

SDH ofrece un amplio rango de multiplexores síncronos para satisfacer todas las aplicaciones de red. Donde las redes requieren respuestas rápidas a cambios en el tráfico, existe un rango de multiplexores ampliables que ofrecen actualización de la capacidad en servicio, unidades tributarias avanzadas y conectividad completa VC-12 en todo el conjunto STM-16. Donde los patrones de tráfico son más estables, los multiplexores proveen la solución óptima.

Características comunes a toda la Serie 3:

- Extender SDH a la red de acceso (Extensor)
- Capacidad de conmutación de 64 kbit/s (Combinador)
- Integración de tráfico ATM y TDM (CellSpan)
- Generación de ruteado automático
- Monitorización de funcionamiento entre redes SDH
- Compatibilidad delantera y trasera en todo la gama
- Fibra única
- La Serie3 comprende los siguientes equipos:
  - SMA1, SMA4c+
  - SMA4, SMA1x, SMA16c, SMA16c+
  - SMA16
  - MSH11C
  - MSH41C

### **3.4 Multiplexores ADD/DROP de Orden Superior SDH**

Los multiplexores síncronos de SDH proveen volumen de transporte de larga distancia de tráfico STM-64 (10 Gbit/s) y STM-16 (2.5 Gbit/s).

Se requiere funcionalidad de transporte (aplicaciones de orden superior, granularidad VC-4, larga distancia) dentro del núcleo de la red, y las aplicaciones típicas a este nivel envuelven volúmenes masivos de tráfico transportado a largas distancias. MSH64 y MSH51C (Plataformas Tecnológicas Analizadas) proveen funcionalidad de transporte potente para redes resistentes y flexibles.

Tanto MSH64 como MSH51C (Plataformas Tecnológicas Analizadas) se pueden configurar como aplicación add-drop, terminal, o regenerador dentro de redes punto a punto, cadena, anillo o estrella.

MSH51C y MSH53C

MSH63 y MSH64

### **3.5 Método de Solución**

Sobre la base de la información obtenida nosotros realizaremos un diseño de red simple y basado en los multiplexores add/drop VC-12. Como se trata de un carrier mediano seleccionaremos los de la serie 3, MSH11 y MSH41.

Tendremos 7 unidades MSH41 para los POPs (puntos de presencia) y 2 unidades MSH11 para los sitios de ultima milla con mayor cantidad de servicios.

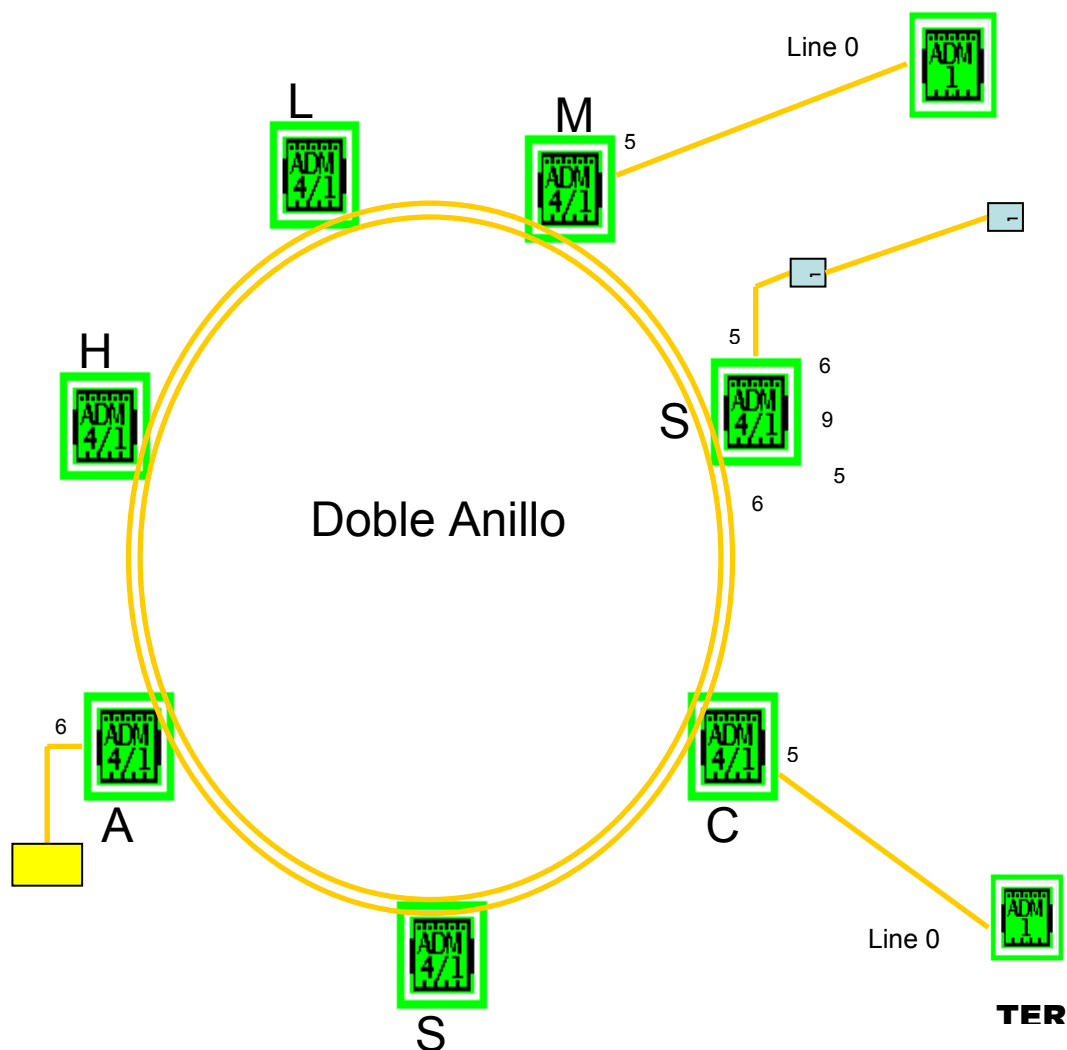


Figura 17. Esquema del Método de Solución.

Una vez formada la ingeniería de nuestra nueva red SDH como solución tecnológica para un anillo de Fibra. Tendremos que gestionarla a través de protocolo snmp para optimizar su funcionalidad. El proveedor de esta tecnología tiene un software de monitoreo llamado MV36 con el cual nosotros desde un server podremos tener completa administración. Como se muestra en la

siguiente figura, la cual fue tomada desde un server con sistema operativo Windows NT.

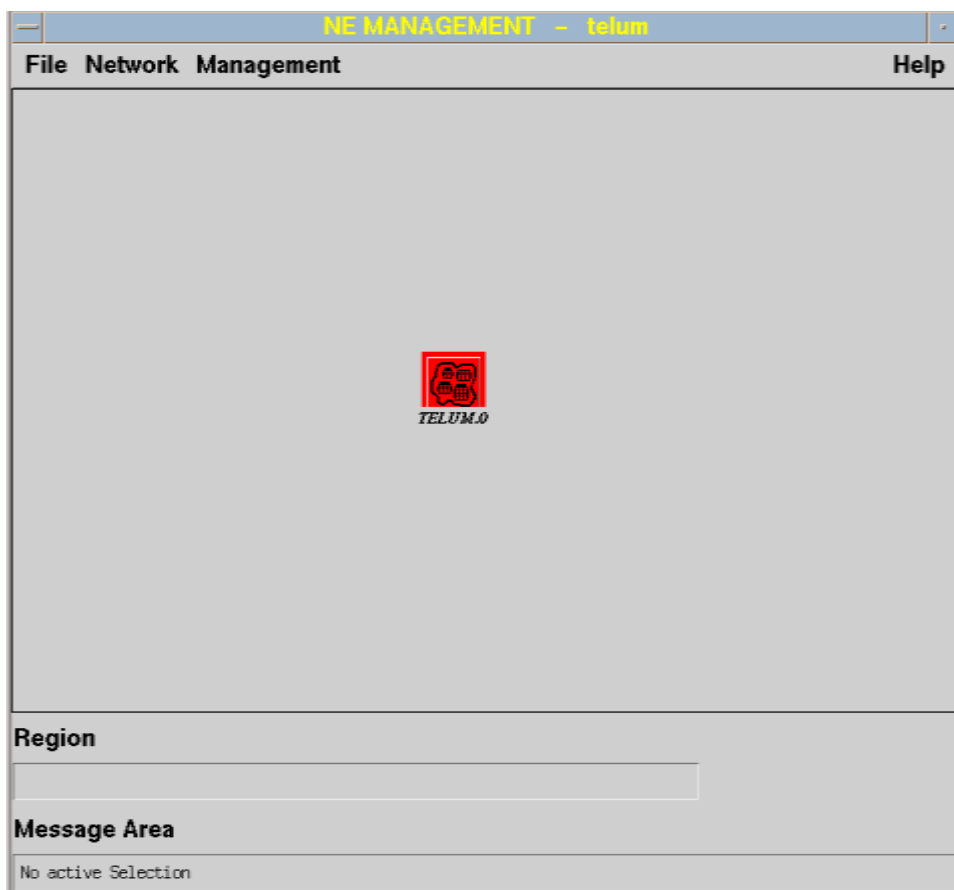


Figura 18. Sistema de Gestión.

En la siguiente figura se muestra el NE Managment de la red gestionada.

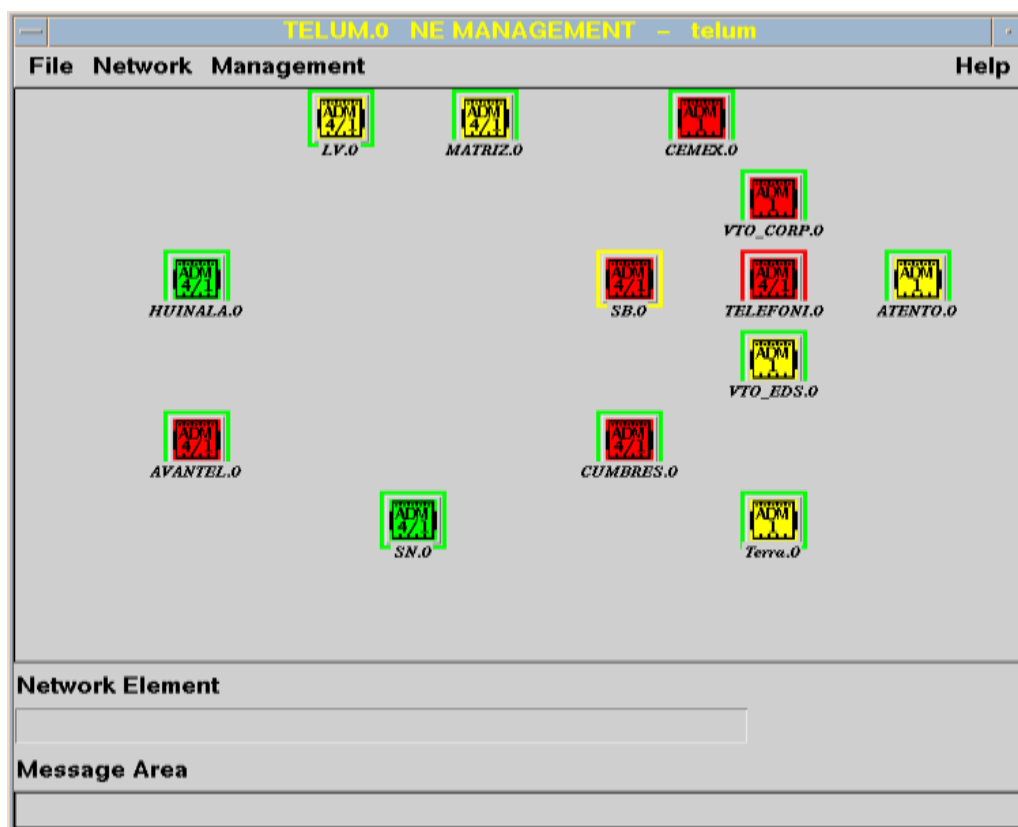


Figura 19. Elementos de Red Gestionados.

Otra de las características de las redes SDH (Plataformas Tecnológicas Analizadas), es que nuestro sistema de gestión MV36 nos proporciona a través del simple network management Protocol y de las mibs que producen los equipos, todas las alarmas necesarias para conocer en línea el status de los equipos y todos sus servicios como los son el tipo de alarma, el elemento de la red, tipo de evento entre otros; Como lo muestra la siguiente figura.





Así como también otras especificaciones de detalle del elemento alarmado.

Como se puede ver la gestión de una red SDH monitoreada por un sistema de gestión (Por ejemplo MV36) a través de SNMP es completamente amigable. La grafica de siguiente muestra un equipo MSH41 y todos sus elementos; se puede observar las tarjetas ópticas, de servios, las controladoras. Así como un menú de configuración por medio del cual tendremos todas las opciones necesarias para administración, performance, mantenimiento, inventario.

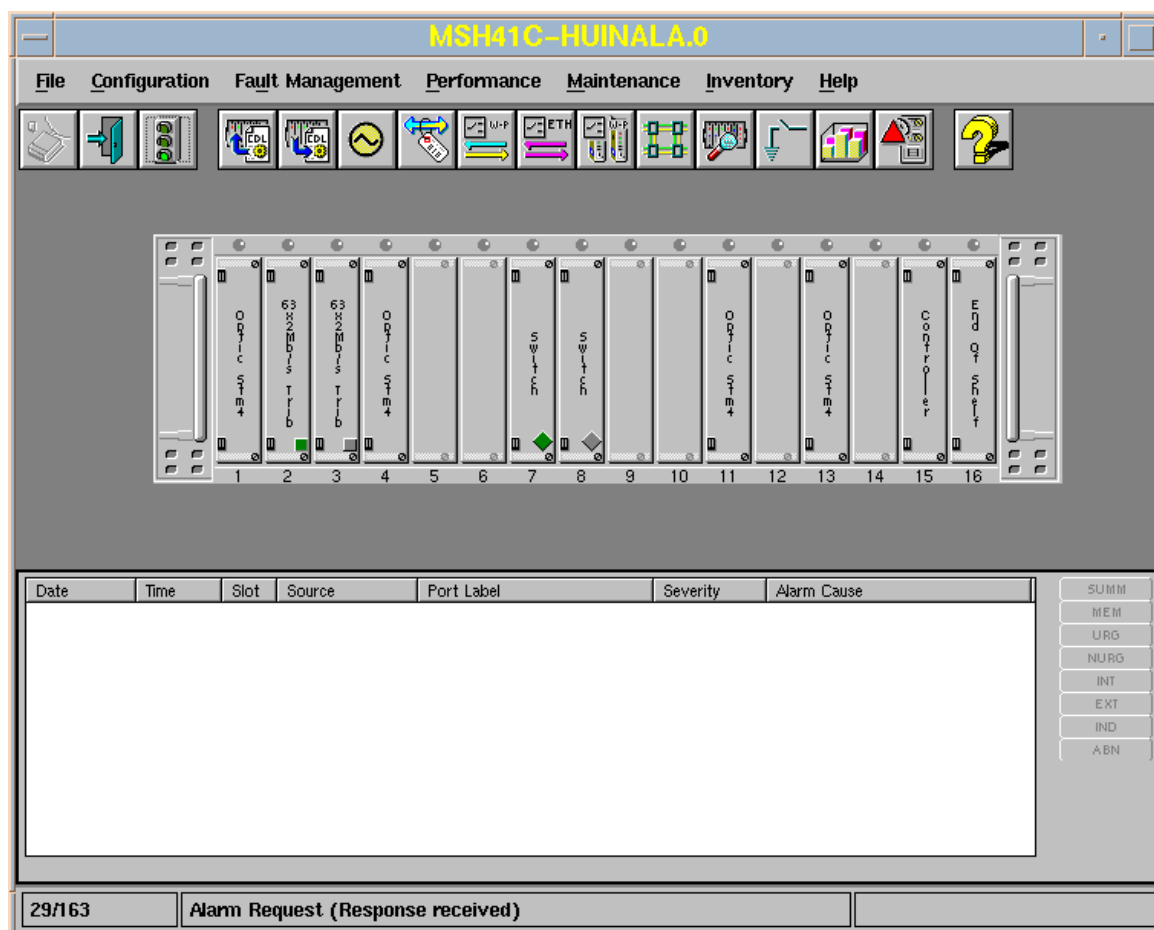


Figura 22. Plataforma de equipo SDH a nivel STM-4.

Los elementos mínimos necesarios para la operación de un equipo add/drop de la serie 3 como lo es en este caso el MSH41 son:

- Una tarjeta switch.
- Una tarjeta de servicios.
- Una tarjeta controladora.
- Una tarjeta end of shelf.
- Una tarjeta óptica de stm1 o stm4

En el caso del equipo en mención, tenemos en los slots 1,4,11, y 13 tarjetas optical x STM4; los slots 7 y 8 tenemos tarjetas switch que son las tarjetas controladoras del equipo una de operación y otra de stanby; los slots 2 y 3 son de 63 x E1 que cada una de ellas tiene 63 tributarias de 2 megas; los slots 15 y 16 son para la controller y la end of shelf; 5,6,9,10,12 y 14 son slots para expansión.

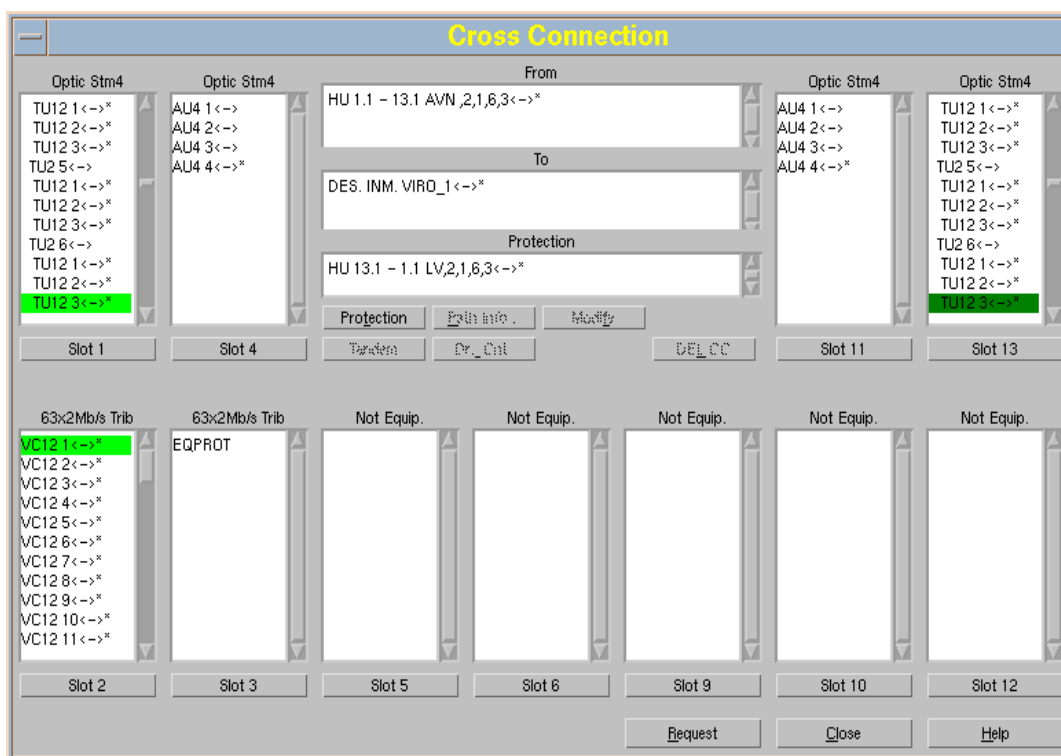


Figura 23. Plataforma de Crosconexión SDH.

En la parte de Crosconnexión que es la parte lógica del equipo MSH41 nosotros podemos unir cualquier tributaria física VC12 con los TU que son los estándares para E1 en este caso; como lo muestra la figura de arriba. También podremos asignar protecciones para circuitos que así lo requieran.

El menú nos muestra de donde a donde va la ruta lógica tanto la ruta de protección. Nosotros podremos asignar los enlaces punto a punto que deseemos hasta agotar un STM-1 con 63 tributarias de E1.

En la opción de protección, nosotros asignaremos un tributaria y un TU lógico de protección; así como las opciones de un de Revertido y no intrusivo.

Otra característica mas de las protecciones es que puede switchear manualmente o forzado la ruta deseada.

**Protection Setting**

Slot 2 VC12:1 DES. INM. VIRO\_1

Protected: Slot 1 TU12 HU 1.1 - 13.1 AVN ,2,1,6,3  
Current State: No request

Protection: Slot 13 TU12 HU 13.1 - 1.1 LV,2,1,6,3  
Current State: No request  
Lockout

☐ Not revertive  
☒ Revertive  
 Wait To Restore (min): 30.0  
 Holdoff time (sec): 0.0

Forced switch >>  
 Manual switch >>  
 Swap Ports Open  
 Delete

SNCP Criteria:

- ☐ Inherent
- ☒ Not-intrusive
- ☐ EXC
- ☐ TIM
- ☐ SD
- ☐ UNEQ

Apply Close Help

Figura 24. Parámetros de Protección de una conexión SDH nivel VC12.

También para cuestiones de mantenimiento se puede monitorear los VC12 o puertos lógicos, para etiquetarlos con un circuit ID, tipo de sincronía en la transmisión y en la recepción, administración de alarmas por tributaria. Y en caso de mantenimiento se tiene las opciones de loop para validación de medio, de puertos físicos y de rutas lógicas, los tipos de loops son:

- Transparent.
- Non-transparent.

Dentro de estas dos opciones los podemos aplicar Front end y back end; que no es otra cosa mas que hacia fuera del equipo validando el Puerto físico y hacia dentro del equipo no validando el Puerto físico.

Transparent significa que se aplicara el loop sin cortar o tumbar el trafico de la red, y Non-Transparent significa necesariamente que el trafico será cortado.

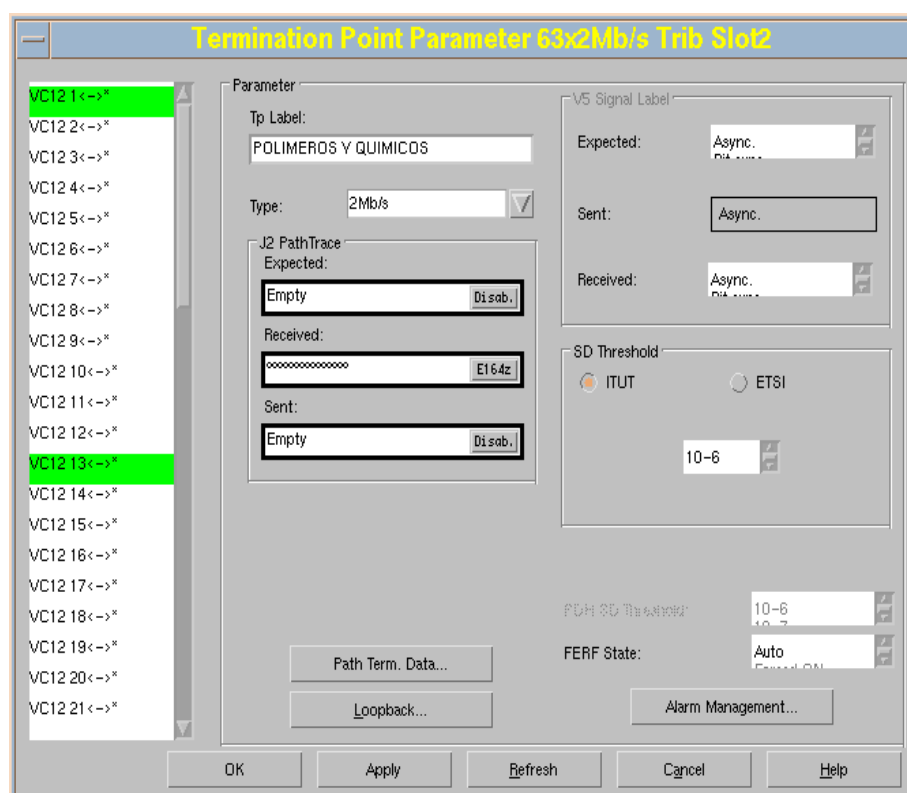


Figura 25. Loop a nivel eléctrico SDH.

Estamos realizando un estudio de la gestión, monitoreo y administración de los equipos SDH add/drop de la serie 3 de las Plataformas tecnológicas Analizadas que son equipos que pueden manejar tarjetas tributarias de E1,T1, E3 y T3 y ópticas de STM1.

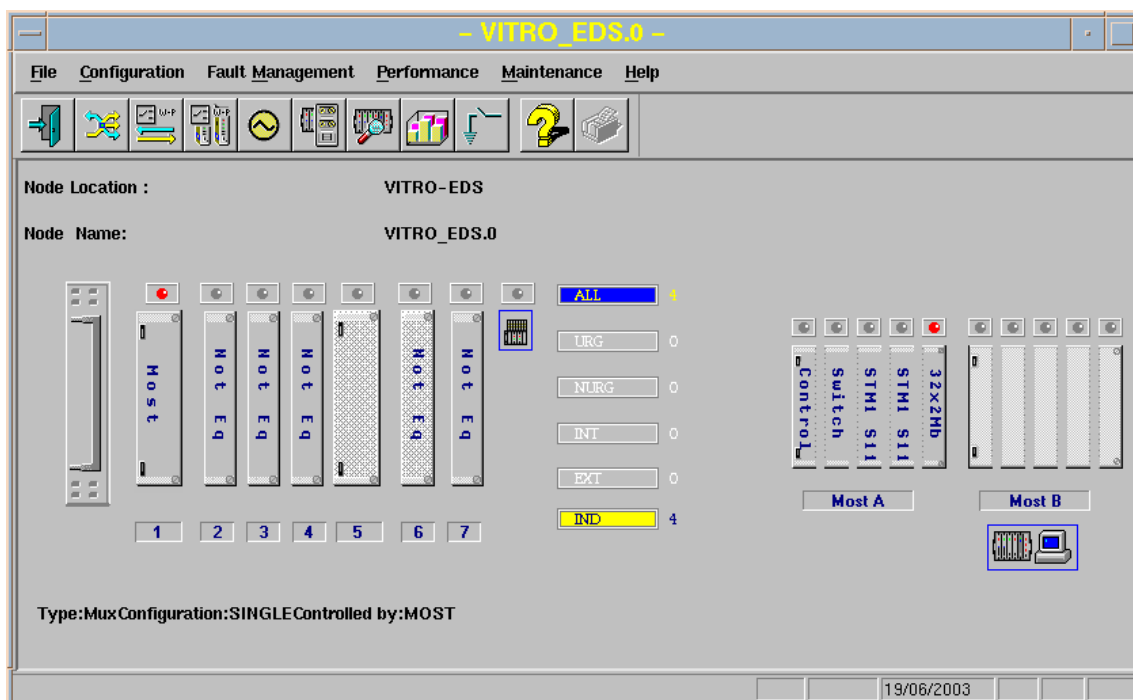


Figura 26. Tributarias de un equipo SDH add/drop.

En estos equipos generalmente se utilizan como concentradores pequeños en lugares o sitios en los que no se requiera de demasiada capacidad de servicios, como por ejemplo en sitio o cliente donde requiera de más de 5 servicios de la capacidad de E1, T1, E3 o T3.

Podemos observar que tiene dos tarjetas procesadoras llamadas most a y most b las cuales cumplen con las funciones de control y switcheo, así como troncales redundantes de stm1 y un slot para tributarios en el caso de E1 y T1 de 32. y 3 tributarias en el caso de E3 y T3.

La función de administración y aprovisionamiento de servicios es igual de amigable que en los equipos MSH41, se debe de realizar la asociación de la unidad tributaria con el contenedor virtual que uno desee, los cuales están en el ambiente grafico de MV36 o Admin11.

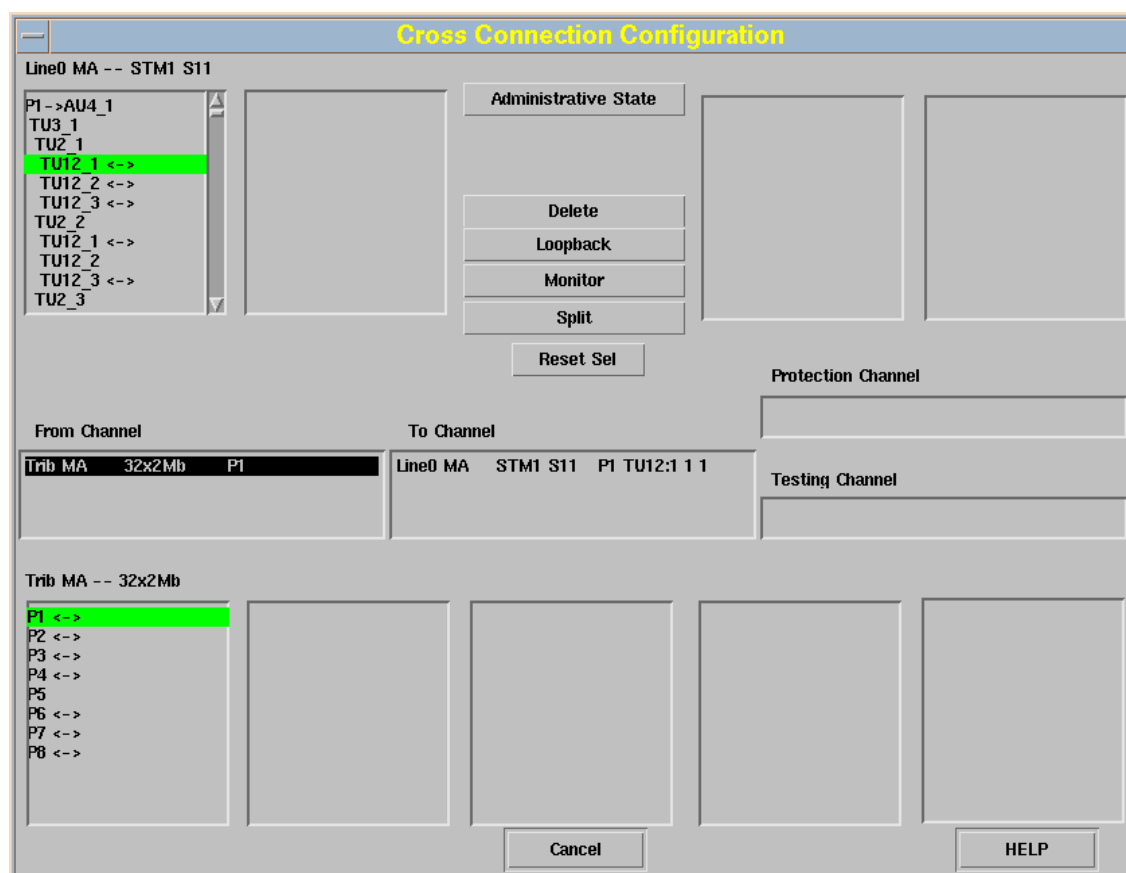


Fig. 27 Croconexión Configurada

# CAPITULO 4

## COMPARATIVO DE ATM

### 4.1 Backbone de ATM

El modo de Transferencia Asíncrono (ATM Asynchronous Transfer Mode) es una nueva tecnología de conmutación de muy alta velocidad capaz de soportar aplicaciones multimedia de tráfico de datos, voz y video.

En las redes locales convencionales, por ejemplo Ethernet, se transmiten paquetes de longitud variable y se usa un esquema de contención no determinístico para acceder el medio. Cuando se transmiten datos de algún servicio en tiempo real tal como voz, esto podría causar retardos intolerables. Además la longitud variable de los paquetes podría causar una variación de fase inaceptable (jitter).

En ATM se usan pequeñas unidades de longitud fija, llamadas células, para transferir los datos. Los paquetes de datos son segmentados en células antes de ser colocados en el medio de transmisión y son reensamblados subsecuentemente en el destino. Esto conlleva a que las células de paquetes de tiempo crítico pequeño (por ejemplo, las de tráfico de voz) sean intercaladas con aquellas de paquetes muy grandes (por ejemplo transferencia de archivos).

En resumen, las células de longitud fija y pequeña producen un retardo mucho menor y reducen el jitter en la transmisión de datos en tiempo real a través de la red.

ATM combina la ventaja de poder tener un ancho de banda garantizado, ofrecida por los servicios de emulación de circuitos, con la flexibilidad de la



asignación de ancho de banda dinámico (bajo demanda) que ofrece la conmutación de paquetes. Antes de que la comunicación pueda tener lugar en una red ATM, se establece una conexión o circuito virtual entre el emisor y el receptor. El circuito virtual garantiza la disponibilidad en la red del ancho de banda solicitado. A diferencia de los sistemas tradicionales orientados a conexión, tal como el sistema telefónico, en el que el ancho de banda de cualquier conexión punto a punto es estático, el ancho de banda de un circuito virtual es dinámico y se establece cuando se crea este circuito.

En la mayoría de las redes, incluyendo la Ethernet, el cable es compartido por todos los dispositivos conectados a la red. En contraste, en la red ATM, el medio físico no es compartido. En vez de esto, cada dispositivo conectado a la red ATM tiene su propio enlace dedicado que se conecta directamente al switch.

Si analizamos los protocolos existentes para la transferencia de datos podemos distinguir los no orientados a conexión (tal como IP, utilizado en Internet) y los orientados a la conexión como son X.25 y ATM, siendo la ventaja de este último sobre X.25 la utilización de tramas de longitud fija y reducida (células) frente a las tramas de longitud variable y larga (paquetes), situación que redundará en una garantía en los retardos máximos soportados, necesaria en la conmutación de información sensible al retardo (voz y video y, en general, información multimedia).

La segunda ventaja básica del protocolo ATM, frente a otros protocolos tradicionales de transferencia de paquetes, es una simplificación funcional. La hipótesis asumida es que los niveles físicos de la red son suficientemente fiables (típicamente, fibra óptica), por lo que ciertas funciones existentes en los protocolos convencionales (recuperación de errores, control de flujo, etc.) se consideran excepcionales y se relegan a los terminales extremos. Las funciones del nivel ATM, al simplificarse, son susceptibles de implementarse por

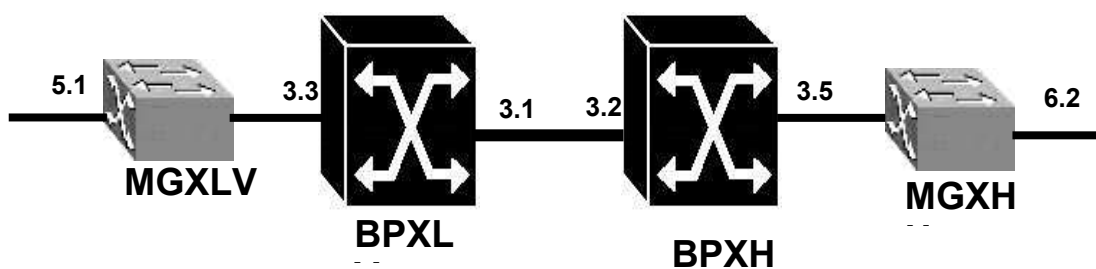
hardware, lo que impone un aumento del throughput o volumen de información por unidad de tiempo, procesada por el elemento de red.

Pero la mayor ventaja que puede obtenerse de una red ATM es la posibilidad de obtener lo que se conoce como ganancia estadística. Este efecto consiste en la posibilidad de aumentar el número de fuentes de tráfico de velocidad variable (VBR), por ejemplo en la forma de sesiones de videoconferencia, que pueden multiplexarse estadísticamente sobre un mismo enlace físico ATM, respecto del número de fuentes de velocidad fija (FBR) que se multiplexarán en el mismo enlace. En el segundo caso, el ancho de banda requerido sería la suma de los anchos de banda requeridos por cada una de las fuentes. En el primero, y asumiendo que las fuentes son incorreladas, para una probabilidad de pérdida (CLR) asumible, el ancho de banda por fuente se reduce, con tal que el número de fuentes multiplexadas sea alto, o lo que es lo mismo, que el cociente ancho de banda del enlace sobre ancho de banda de la fuente, sea grande (típicamente mayor que 100).

Para que esta condición se cumpla, en el mayor número de los casos, se exige velocidades del enlace altas. En el caso de servicios de videoconferencia ( 5 Mbps por fuente), el enlace debería ser de 622 Mbps. Esta es la razón por la que actualmente para aumentar la eficiencia de los enlaces ATM, se tiende a utilizar velocidades altas (hasta 2.4 Gbps) y en general multiplexan un número alto de fuentes de baja velocidad, en flujos de mayor velocidad.

## 4.2 CONFIGURACION DE SERVICIOS EN ATM.

### 4.2.1 Procedimiento para crear conexiones en ATM Caso 1. Creación de circuitos con capacidad E1-2MB.



**Paso 1.** Entrar a un equipo BPX cisco involucrado en la conexión

Desde un servidor SUN abrir un XTERM y dar un telnet

Sun# telnet 192.10.10.2 (Ejemplo de una dirección IP de un equipo BPX Cisco ATM)

```
BPXLV      TN   No User      BPX 8600 9.1.03   June 29 1999 16:25 CST
```

Enter User ID: USERLCUEV (EJEMPLO Usar el Id asignado a cada uno.)

```
BPXLV      TN   craymundo:0  BPX 8600 9.1.03   June 29 1999 16:29 CST
```

Last Command:

Next Command:

**Paso 2.** Agregar la conexión.

BPXLV      TN    marcoval:0    BPX 8600 9.1.03    June 18 2003 16:29 CST

Last Command:

Next Command: addcon 3.3.5.51 BPXHU 3.5.6.62 cbr 10333 \* \* 5 Y

Add these connections (y/n)? Y

Nota: Si la conexión fuera local, es decir dentro del mismo POP, no aplica el último parámetro.

**Paso 3.** Entrar a un MGX involucrado

Desde un servidor SUN abrir un XTERM y dar un telnet

Sun# telnet 192.10.10.12 (Ejemplo de una dirección IP de un equipo MGX Cisco ATM)

login: \*\*\*\*\*

password:\*\*\*\*\*

card number: 5

MGXLV.1.5.CESM.a >

Nota: el card number es el slot en donde se va a conectar el servicio.

**Paso 4.** Agregar la línea

```
MGXLV.1.5.CESM.a > addln 1
```

**Paso 5.** Configurar línea

```
MGXLV.1.5.CESM.a > cnfln 1 3 8 2 clear
```

**Paso 6.** Agregar puerto

```
MGXLV.1.5.CESM.a > addport 1 1 1 31 2
```

**Paso 7.** Agregar canal

```
MGXLV.1.5.CESM.a > addchan 51 1 1 47 255 15
```

**Paso 8.** Configurar canal

```
MGXLV.1.5.CESM.a > cnfchan 51 10000 10000 0 3 1 1
```

**Paso 9.** Hacer desde el paso 3 con el otro MGX involucrado.

Sun# telnet 192.10.10.12

login: \*\*\*\*\*

password:\*\*\*\*\*

card number: 6

MGXHU.1.6.CESM.a > addln 2

MGXHU.1.6.CESM.a > cnfln 2 3 8 2 clear

MGXHU.1.6.CESM.a > addport 2 2 1 31 2

MGXHU.1.6.CESM.a > addchan 62 2 1 47 255 15

MGXHU.1.6.CESM.a > cnfchan 62 10000 10000 0 3 1 1

Nota: Los parámetros en negrita son los que varían

**Paso 10.** Validar que el canal este funcionando bien.

MGXHU.1.6.CESM.a > clrchancnt 62

MGXHU.1.6.CESM.a > dspchancnt 62

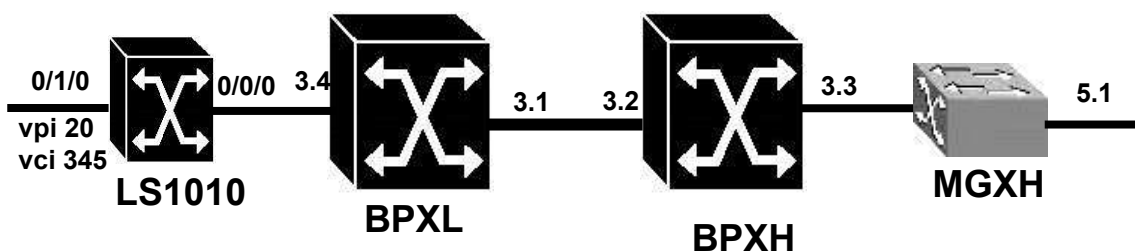
ChanNum:	62	
Chan State:	okay	Este es el estado debe ser Ok
Chan RCV ATM State:	Normal	
Chan XMT ATM State:	Normal	
Cell Loss Status:	No Cell Loss	
Reassembled Cells:	21398	

Generated Cells:	21397	Estos deben ser iguales
Header Errors:	0	
Sequence Mismatches :	0	
Lost Cells:	0	No debe haber perdida de celdas
Channel Uptime (secs.)	1573235	
Signalling Status	Offhook	

Syntax : dspchancnt "chan\_num"  
channel number -- values : 32 - 279

MGXLV.1.5.CESM.a >

#### 4.2.2 Caso 2 Creación de circuito en equipos LS1010 Cisco ATM.



**Paso 1.** Entrar a un BPX involucrado en la conexión

Desde un server SUN abrir un XTERM y dar un telnet

Sun# telnet 192.10.10.2

BPXLV      TN    No User      BPX 8600 9.1.03    June 18 2003 16:25 CST

Enter User ID:marcoval

Usar el Id asignado a cada uno.

BPXLV          TN    craymundo:0    BPX 8600 9.1.03    June 29 1999 16:29  
CST

Last Command:

Next Command:

**Paso 2.** Agregar la conexión.

BPXLV          TN    marcoval:0    BPX 8600 9.1.03    June 29 1999 16:29 CST

Last Command:

Next Command: addcon 3.4.20.345 BPXHU 3.3.5.51 cbr 10333 \* \* 5 Y

Add these connections (y/n)? Y

Nota: Si la conexión fuera local, es decir dentro del mismo POP, no aplica el último parámetro.

**Paso 3.** Entrar al LS1010 involucrado

Sun# telnet 15.15.15.2

User Access Verification



Password:\*\*\*\*\*

LS1010>

LS1010>en

Password:\*\*\*\*\*

LS1010#

**Paso 4.** Configurar la interface ATM donde se conecta la fibra que viene del BPX

LS1010#conf term

Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.

LS1010(config)#int atm 0/0/0

LS1010(config-if)# no ip address

LS1010(config-if)# no atm auto-configuration

LS1010(config-if)# no atm address-registration

LS1010(config-if)# no atm signalling enable

LS1010(config-if)# no scrambling cell-payload

LS1010(config-if)# no shut

LS1010(config-if)# exit

LS1010(config)#

**Paso 5.** Configurar la interfase CBR en donde se conecta el E1 a entregar

LS1010(config)#int cbr 0/1/0

LS1010(config-if)# no ip address

LS1010(config-if)# atm ces aal1 clock Adaptive

LS1010(config-if)# ces circuit 0

LS1010(config-if)# ces pvc 0 interface ATM0/0/0 vpi 20 vci 345

```
LS1010(config-if)#exit  
LS1010(config)#exit
```

**Paso 6.** Guardar la configuración.

```
LS1010# wr  
Building configuration...  
[OK]  
LS1010#
```

**Paso 7.** Entrar al MGX involucrado

Desde UN SERVER SUN abrir un XTERM y dar un telnet

```
Sun# telnet 192.10.10.13  
login: *****  
password:*****  
card number: 5
```

```
MGXHU.1.5.CESM.a >
```

Nota: el card number es el slot en donde se va a conectar el servicio.

**Paso 8.** Agregar la línea

```
MGXHU.1.5.CESM.a > addln 1
```

**Paso 9. Configurar línea**

MGXHU.1.5.CESM.a > cnfln 1 3 8 2 clear

**Paso 10. Agregar puerto**

MGXHU.1.5.CESM.a > addport 1 1 1 31 2

**Paso 11. Agregar canal**

MGXHU.1.5.CESM.a > addchan 51 1 1 47 255 15

### **4.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE ATM**

Las ventajas que presenta la técnica ATM son:

- Flexibilidad de la red a la hora de introducir nuevos servicios y nuevos codecs y también a la hora de admitir cambios y/o eliminación de servicios.
- Utiliza la misma red de conmutación para todos los servicios.
- Independencia de la red frente a la velocidad de generación de información ya que permite asignar el ancho de banda según las demandas, y por esto, éste se puede elegir de forma bastante flexible para cada conexión.

- Es adecuada para servicios interactivos y distribuidos.
- Además, permite la "mezcla de canales" mediante la multiplexación de diferentes fuentes de información. En consecuencia, el ancho de banda puede cambiar dinámicamente sobre un gran conjunto de velocidades de transmisión.

Las desventajas que presenta la técnica ATM son:

- No está pensado para el transporte de servicios con tráfico continuo (sin ráfagas).
- Se introducen retardos variables entre paquetes de una misma conexión, incluso cuando estos utilizan la misma ruta.
- La introducción del encabezado decrementa la utilización de la red.
- Las colas que se forman en el interior de los nodos pueden producir pérdida de paquetes por desbordamiento de la capacidad.
- Las necesidades de diseño para obtener una matriz de conmutación sin bloqueo aumentan.
- Falta de tecnología VLSI para diseñar matrices de conmutación en un único circuito integrado que permita la conmutación de paquetes a muy alta velocidad.
- Existe un riesgo mucho más alto de congestión y un peligro adicional de fraude, ya que un determinado usuario podría utilizar muchos más recursos de los contratados al establecer la conexión, perjudicando de esta manera a los otros usuarios. Este inconveniente deriva de la simplificación de los protocolos de control de flujo en el interior de la red.

## 4.4 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE SDH.

Las ventajas son las siguientes.

- Ancho de banda garantizado.
- No es emulación tráfico (Traffic on demand), esta pensado para el tráfico continuo.
- Administración y Gestión Remota de ambiente hyperterminal y grafico lo que permite introducir y cancelar nuevos servicios.
- Con mutación y protección de servicios de acuerdo a necesidades del usuario.
- Protecciones a nivel óptico, eléctrico y de hardware.
- En un futuro cercano se podrá recolectar servicios a partir de un DS0;
- El proceso de multiplexación es mucho más directo. La utilización de punteros permite una localización sencilla y rápida de las señales tributarias de la información.
- El procesamiento de la señal se lleva a cabo a nivel de STM-1. Las señales de velocidades superiores son sincronas entre sí y están en fase por ser generadas localmente por cada nodo de la red.
- Las tramas tributarias de las señales de línea pueden ser subdivididas para acomodar cargas plesiócronicas, tráfico ATM o unidades de menor orden. Esto supone mezclar tráfico de distinto tipo dando lugar a redes flexibles.
- Compatibilidad eléctrica y óptica entre los equipos de los distintos proveedores gracias a los estándares internacionales sobre interfaces eléctricos y ópticos.

Las desventajas son las siguientes.

- Algunas redes PDH actuales presentan ya cierta flexibilidad y no son compatibles con SDH.
- Necesidad de sincronismo entre los nodos de la red SDH, se requiere que todos los servicios trabajen bajo una misma referencia de temporización.
- El principio de compatibilidad ha estado por encima de la optimización de ancho de banda. El número de Bytes destinados a la cabecera de sección es demasiado grande, lo que nos lleva a perder eficiencia.
- No permite la "mezcla de canales" mediante la multiplexación de diferentes fuentes de información el mínimo nivel es e E1 y T1. En consecuencia, el ancho de banda no puede ser menor a lo mencionado.

# CAPITULO 5

## CONCLUSIONES

### 5.1 Posibilidad de Aplicación

SDH genera una nueva serie de productos, desde los multiplexadores necesarios para las nuevas transiciones de nivel, equipos de línea para fibra Óptica para 155.52 Mb/s y 622.08 Mb/s, sistemas de radio, "cross-connect" (con conexión cruzada) programables, "drop insert" (derivación y agregado) también programables en cualquier nivel, y todas las combinaciones posibles integradas, como por ejemplo multiplexores con drop insert ADM (Add Drop Multiplexer), etc. Pueden desarrollarse equipos de línea con tributarios ópticos, gracias a que las señales son sincrónicas. Los "drop-insert" (DI) permiten derivar señales e insertar nuevas de menor capacidad en una línea M principal, facilitado también por el sincronismo.

Pero el equipo con mayor futuro, en las redes de telecomunicaciones es el "cross-connect" (CC) que permite reordenar, derivar e insertar señales, sobre todo si las mismas son de niveles bajos, por ejemplo 2 Mb/s en 620 Mb/s, ya que en la SDH no es necesaria la demultiplexación como en la asincrónica. Los equipos de "cross-connect" se definen por su nivel de acceso y por su nivel de conmutación. La aplicación de estos equipos redundará en una mayor flexibilidad de las redes.

La transición hacia redes totalmente sincrónicas llevará algún tiempo, pero con las ventajas técnicas y económicas que ofrece, es fácil comenzar por los enlaces nuevos o ampliaciones punto a punto que no interfieren con las redes asincrónicas ya existentes, o en líneas de larga distancia reunir sistemas de

155Mb/s en un STM-4 por incremento de tráfico. Otro campo posible de aplicación es en las redes de abonados digitales, sobretodo por la casi inexistencia de redes asincrónicas de este tipo.

## 5.2 Comparativo SDH

En el siguiente listado se muestra una comparación entre las jerarquías digitales plesiosincrónicas (PDH) y sincrónicas (SDH).

- PDH:
  - Tipo de Red: Plesiocrona.
  - Tipo de Multiplexado: Asincrónico Intercalación por Bits.
  - Estructura de Trama: Distinta para cada nivel.
  - Adaptación de Tiempo: Justificación Positiva de Bits.
  - Acceso a canales de bajo Nivel: Solo por demultiplexado.
  - Velocidades Máximas: No especificadas las mayores de 140 Mb/s.
  
- SDH:
  - Tipo de Red: Síncrona o Sincrónica
  - Tipo de Multiplexado: Síncrono con punteros, Intercalación por Byte.
  - Estructura de Trama: Idéntica para cada nivel.
  - Adaptación de Tiempo: Justificación Positiva-cero-negativa de Byte.
  - Acceso a canales de bajo Nivel: Por simple evaluación del puntero.
  - Velocidades Maximas: Especificadas Nx155.52 Mbs hasta N=255.



## 5.3 Estrategias de migración

Un tema importante es el balance entre las ventajas ofrecidas por el sistema SDH y el costo inherente a invertir en estas redes. Se impone entonces una estrategia de evolución desde PDH a SDH. Hay tres caminos alternativos, cada uno con sus ventajas y desventajas, algunos operadores de redes pueden encontrar necesario adoptar estrategias mixtas como la mejor respuesta al estado actual de sus redes y requerimiento de servicios.

Estrategias:

- Método de capa o nivel.
- Método de isla.
- Método de extensión.

### 5.3.1 Método de capa

Este método esta destinado a los operadores que se hallan aún en introduciendo digitalización dentro de las redes troncales, o para quienes necesitan soportar nuevos servicios en las capas superiores de sus redes interurbanas.

El primer paso consiste en introducir SDH a nivel de supernodos, conectando un grupo de nodos PDH con sistemas SDH STM-4 o STM-16. La interconexión a una red PDH es a través de un puente (gateway), generalmente un cross-connect. A este nivel los equipos de cross-connect deben ser dem banda amplia (BDCS: broadband cross-connect) con interfaces de 140 o 155 Mb/s.

El próximo paso es convertir la próxima capa a SDH, eliminando los puentes.

### **5.3.2 Método de Isla**

Esta estrategia instala SDH a niveles bajos e intermedios de la red, proveyendo islas de SDH para brindar mejor servicio a grupos de usuarios seleccionados (por ejemplo centros financieros, centros de comercio, etc). Con posterioridad el operador se verá obligado a instalar SDH a otro nivel de la red, como en el caso anterior será necesario utilizar puentes para conectarse con la red PDH.

A este nivel, los cross-connects deben ser de Banda Ancha (WDCS: wideband cross-connect), interconectando sistemas de transporte STM-1 a través de interfaces de 155 Mb/s (o 140Mb/s usando puentes).

### **5.3.3 Método paralelo**

En este caso, el SDH es instalado extendiendo la red PDH por algunos nodos. La intención es implementar nuevos servicios (como videoconferencia, interconexión de LANs, etc) y poder tomar ventaja de todas las funciones del SDH en forma inmediata. Los puentes hacia la red PDH se seguirán necesitando. Esta estrategia es atractiva para los operadores con rápido crecimiento de tráfico, y para quienes adicionar la funcionalidad del SDH mientras incrementan la capacidad de la red.

## 5.4 Conclusión

SDH ofrece dos beneficios principales: gran flexibilidad de configuración en los nodos de la red y aumenta las posibilidades de administración tanto del tráfico como de los elementos de la red. Esto hace que una red pueda ser llevada desde su estructura de transporte PDH pasiva a una que activamente transporte y administre información.

Algunas de las características del SDH son:

- Auto-Reparable: enrutamiento automático del tráfico sin interrupción del servicio.
- Servicio s/demanda: rápida provisión de servicios punto a punto bajo demanda.
- Acceso flexible: administración flexible de una gran variedad de servicios de ancho de banda fijo.
- El estándar SDH también favorece la creación de estructuras de redes abiertas, incrementando la competencia en la provisión de servicios.

### 5.4.1 Estructura de la trama SDH

La trama STM-1 es el formato de transmisión básico para SDH. La trama tiene un ancho de pulso de 125 microsegundos, por lo tanto, existen 8000 tramas por segundo. La trama STM-1 consiste de *overhead* más una capacidad de contenedor virtual.

Información de Overhead SDH:

- La estructura de la trama SDH ha sido desarrollada para contener una gran cantidad de información de *overhead*. La información de *overhead* provee de una variedad de funciones tales como:
- Señales de Indicación de Alarmas (AIS)

- Monitoreo de Rendimiento de Errores utilizando BIP-N
- Información de Ajustes de Punteros
- Estado de la Ruta
- Trazado de la Ruta
- Sección de Trazado

Gran cantidad de esta información de overhead esta relacionada con alarma y monitoreo de las secciones SDH particulares en servicio.

### 5.4.2 Beneficios SDH

Una red de transporte utilizando SDH provee capacidades de red mucho mas poderosas que en los sistemas asincrónicos existentes. Los principales beneficios provistos por SDH son:

- Punteros, MUX/ DEMUX.

Como resultado de la transmisión SDH, los relojes de la red están sujetos a una gran estabilidad con punto de referencia; por lo tanto la necesidad de alinear las cadenas de datos utilizando un tratamiento de bits no determinístico es innecesario.

Por lo tanto, un canal con una tasa mas baja como un E1 es directamente accesible, y una demultiplexion intermedia no es necesario para acceder a la cadena de bits.

- Interconexión Óptica.

Un beneficio fundamental del SDH es que permite una compatibilidad multi-vendedor.

Los estándares de hoy de SDH contienen definiciones para interfaces de fibra-fibra en el nivel físico. Determinan la tasa lineal óptica, la longitud de onda, los niveles de potencia, las figuras de pulso y codificación. Los estándares actuales también definen la estructura de la trama, *overhead*, y el mapeo de *payload*.

Se están desarrollando mejoras para definir mensajes en los canales de *overhead* para proveer una mayor funcionalidad OAM.

- Configuraciones Multi-Punto:

La mayoría de los sistemas de transmisión asincrónica existentes son solo económicas para aplicaciones punto-a-punto, SDH puede soportar eficientemente una configuración multi-punto o *cross-connected*.

La *cross-connected* permite a muchos nodos o sitios comunicarse como una red sencilla en lugar de conectarse como sistemas por separado. *Cross-connecting* reduce los requerimientos para la multiplexión y demultiplexión. Los proveedores de redes no necesitarán mantener el equipamiento ubicado en un cliente. Una implementación multi-punto permite interconexiones STM-N permitiendo a los proveedores de redes y a sus clientes optimizar su uso compartido de la infraestructura SDH.

### 5.4.3 Convergencia, ATM y SDH.

La convergencia es el camino para la entrega de voz, datos, imágenes y video a través de diversos sistemas de transmisión y conmutación que permite transporte a alta velocidad sobre cualquier medio y a cualquier ubicación. Muchos de los nuevos servicios de banda ancha pueden utilizar el Modo de Transferencia Asincrónica (ATM) – una técnica de conmutación de paquetes rápida utilizando paquetes pequeños, de tamaño fijo llamados celdas. ATM multiplexa un servicio en celdas que pueden ser combinadas y ruteadas como sea necesario. Debido a la capacidad y a la flexibilidad que ofrece, SDH es un mecanismo de transporte lógico para ATM.

#### Referencia SONET:

Los estándares de transmisión en los U.S., Canada, Taiwan y Hong Kong (ANSI) y el resto del mundo (ITU-T) evolucionaron de diferentes señales básicas en una jerarquía no-sincrónica.

#### Jerarquías Sonet y SDH:

SONET y SDH convergen en un nivel básico a 155 Mbps definido como STM-1 o "Modulo-1 de Transporte Sincrónico". El nivel base para SONET es STS-1 (o OC-1) y es equivalente a 51.84 Mbps. Por lo tanto, el STM-1 de SDH es equivalente al STS-3 de SONET ( $3 \times 51.84 \text{ Mbps} = 155.52 \text{ Mbps}$ ). Las tasas mas altas de SDH de STM-4 (622 Mbps), STM-16 (2.4 Gbps), y STM-64 (10 Gbps) también han sido definidas.

# Bibliografía.

[www.cisco.com](http://www.cisco.com)

Broadband Switch Module, Manuales Técnicos y Operativos.

MGX Series Edge Concentrator, Manuales Técnicos Y Operativos.

[www.terawave.com](http://www.terawave.com)

Switches de Banda Ancha ATM, Manual Operativo y de Investigación.

[www.ericsson.com](http://www.ericsson.com)

Curso de Especialista en equipos SDH a nivel STM-1, STM-4, STM-16.

Manual Operativo y Curso de Investigación de Gestor de elementos de red.

[www.siemens.com](http://www.siemens.com)

Curso de Especialista en equipos SDH a nivel STM-1, STM-4, STM-16.

Manual Operativo y Curso de Investigación de Gestor de elementos de red.

[www.utstarcom.com](http://www.utstarcom.com)

Curso de Especialista en equipos SDH a nivel STM-1, STM-4.

Laboratorio Telum de equipos de la red ATM y SDH.

Monterrey Nuevo León.

Laboratorio Multimediales Redes de equipos de la red IP, ATM y SDH.

Monterrey Nuevo León.

Laboratorio Marconi (Ahora Ericsson) de equipos y gestores red SDH.

Inter Lomas Ciudad de México.

# Listado de Figuras.

- Figura 1. Jerarquía Digital Plesiocrona.
- Figura 2. Arquitectura de Red SDH.
- Figura 3. Trama SDH
- Figura 4. Niveles de Una Trama STM-N.
- Figura 5. Configuración del Multiplexor en Topología.
- Figura 6. Configuración del Multiplexor en Topología 2.
- Figura 7. Operación de Cross-Connect.
- Figura 8. Anillos Unidireccionales de 4 y 8 Fibras.
- Figura 9. Red de acceso con topología
- Figura 10. Conexión para llamadas fuera de red.
- Figura 11. Mecanismo de Protección Unidireccional y Bidireccional.
- Figura 12. Protección de trayecto.
- Figura 13. Calculo de Capacidad.
- Figura 14. Protección de Sección Unidireccional.
- Figura 15. Protección de Sección Bidireccional.
- Figura 16. Soluciones SDH.
- Figura 17. Esquema de Método de Solución.
- Figura 18. Sistema de Gestión.
- Figura 19. Elementos de Red Gestionados.
- Figura 20 y 21. Monitores en Tiempo Real des Sistema de Gestión.
- Figura 22. Plataforma de equipo SDH a nivel STM-4.
- Figura 23. Plataforma de Crosconexión SDH.
- Figura 24. Parámetros de Protección de una conexión SDH nivel VC12.
- Figura 25. Loop a nivel eléctrico SDH.
- Figura 26. Tributarias de un equipo SDH add/drop.
- Figura 27. Crosconexion Configurada.



## Listado de Tablas.

Tabla 1. Notación STM-N

# Glosario.

**ADSL** - Línea de abonado/digital asimétrica.

**Ancho de banda** - Una medida de la frecuencia máxima por la cual la intensidad de la luz puede ser modulada antes de que la señal experimente atenuación de exceso de 3dB. Por más grande que sea el ancho de banda, más grande es la capacidad para llevar información. Ancho de banda de fibra se expresa en megahertz (Mhz) o kilómetro (km).

**Anillo** - Una topología de comunicaciones en que cada estación forma parte de un círculo y luego pasa información a la próxima estación de trabajo.

**Anillo de 'token'** - Un norma de protocolo para redes que utiliza una topología lógica de anillo que pasa un token o etiqueta que indica la disponibilidad del espacio de la transmisión en la red. También se conoce como IEEE 802,5

**ANSI** - Instituto americano nacional de normas - Un cuerpo oficial de normas americanas mediante el cual patrones y normas son publicados. Acredita a varios otros comités que fijan normas.

**Asincrónico** - Un método de transmisión sin ninguna señal de reloj que usa bits de comienzo/parada para mandar señales al receptor sobre datos sin consideración de tiempo, de carácter, o de trama anterior.

**Atenuación** - El término general utilizado para describir la disminución de energía de un punto hasta otro. En fibras ópticas, la pérdida de poder óptico por unidad se expresa logarítmicamente en decibelios por kilómetro (dB/km) en una longitud de onda específica.

**ATM** - Véase Modo de transferencia asincrónico.

**Banda ancha** - Una señal que es transmitida estampada en un portador de alta frecuencia.

**BER** - Véase Tasa de errores de bitio.

**Byte** - Un segmento de información digital. Usualmente 8, 16 o 32 bitios igualan un sólo carácter. "Término binario."

**Cable de fibra** - Un cable compuesto de un grupo de fibras o de una sola fibra, piezas de fuerza, y una chaqueta de cable.

**CDMA** - Acceso múltiple de división de código - También se llama Espectro expandido. Es una forma nueva de servicio digital de teléfono celular. También se utiliza en sistemas inalámbricos de teléfono dentro de edificios.

**Central privada con extensiones - (PBX)** - Versión de clientes de una oficina central de conmutador. Hace cambios en todas las llamadas entre teléfonos en premisas y provee un segundo tono de marcar para llamadas en la red pública.

**Comité Nacional de Normas de Televisión** - Véase NTSC.

**Comité Consultativo Internacional de Telegrafía y Telefonía - (CCITT)** - El comité internacional que fija normas de voz y datos como una parte de la Organización internacional de normalización. Véase ITU.

**Conmutador (de red)** - Un aparato que conecta o crea vías para paquetes de entrada de información a sus destinaciones apropiadas. Un conmutador de

ethernet tiene puertos múltiples y puede dirigir tráfico de la red entre varias redes del ethernet.

**Conmutador (óptico)** - Un aparato que cambia la vía de señales desde una fibra óptica hacia otras.

**CPE** - Equipo provisto por el cliente.

**Cuarto (Telecomunicaciones)** - Un espacio encerrado para contener equipo de telecomunicaciones, fines de cables, y cables de conexiones cruzadas. El cuarto es el lugar reconocido en donde radica la interconexión entre el componente principal y las líneas horizontales.

**dBm** - Decibeles relativos a un milivatio. Un número positivo indica que la energía es más que un milivatio; un número negativo indica que la energía es menos. Esta unidad ha llegado a ser común en los sistemas comunicativos de fibras ópticas porque el poder de las fuentes de luz que se usan con fibras ópticas se trata de un milivatio.

**DCE** - Equipo para terminar los circuitos de datos; también equipo de comunicaciones de datos.

**Decibel - (dB)** - Una unidad logarítmica que describe la proporción de dos energías, voltajes o corrientes. En fibras ópticas, la proporción es energía es, tal como se encuentra en esta fórmula:  $dB=10 \log_{10} (P1/P2)$ .

**Demultiplexor** - Un aparato que separa las dos o más señales que se han combinado para ser una señal de multiplexor. Un demultiplexor óptico separa las señales a longitudes de ondas diferentes. Un demultiplexor electrónico separa las señales que han sido multiplexados electrónicamente.

**Digital** - Un formato de datos que utiliza señales discretas en vez de señales que varían constantemente para contener información. Un término utilizado para describir cualquier información que ha sido traducida a una serie correspondiente de los números 1 y 0; cualquier información - texto, sonido, imagen, color - puede ponerse en forma digital.

**DTE** - Equipo de terminales de datos.

**DWDM** - Multiplexión de la división de longitud de onda densa.

**E/O** - Cambio de energía eléctrica a energía óptica. Usualmente en contexto con O/E.

**ECDL** - Láser diodo de cavidad externa.

**Enlace** - Un cable óptico con conectores adheridos a un emisor y un receptor (fuente y detector).

**Enlace de datos** - Un sistema de transmisiones de señales de fibras ópticas que lleva información en forma digital o (a veces) forma análoga. Por lo regular, este término se refiere a comunicaciones de poca distancia, que cubren menos de un kilómetro.

**Ethernet rápido** - Transmisión de datos a una velocidad de 100Mbps sobre UTP o cables de fibra. Ethernet tradicional transmite a 10Mbps.

**Ethernet** - Un protocolo de 10mb/s para comunicaciones de datos en cualquier estrella de topología del bus. También se conoce como IEEE 802,3. Ethernet rápido opera a 100 Mb/s. El método de acceso a la red local más utilizado, desarrollado por Xerox, Digital, e Intel.

**ETSI** - Instituto europeo de normas de telecomunicaciones.

**Fabrey - Perot** - Un diodo de láser típico que contiene un semiconductor adherido a cada cabo para formar una cámara resonante que crea el efecto del láser. Se utiliza en aplicaciones digitales.

**Fibra** - Un singular, y separado, elemento de transmisiones ópticas que se caracteriza por un núcleo y revestimiento. También se dice 'fibra óptica'. Fibras de vidrio también pueden tener un revestimiento protegedor.

**Gigahertz (GHz)** - Una unidad de frecuencia igual a un billón de hertz.

**HDSL** - Línea digital de abonado de alta velocidad de bitios.

**HDTV** - Televisión de alta definición - La nueva norma para las transmisiones de televisión.

**HFC** - Véase Cable coaxial híbrido.

**Interconexión de sistemas abiertos - (OSI)** - Un entramado de siete niveles que contiene las normas para las comunicaciones de red. OSI crea un ambiente de sistemas abiertos donde sistemas diferentes pueden compartir datos sin respecto al vendedor o a la plataforma.

**Interconexión** - Un esquema de conexión que provee la conexión directa de un cable con otro o con un cable de equipo sin un cordón de interconexión o un puente.

**Internet** - Una 'red de redes' casi global que funciona con el protocolo TCP/IP de comunicaciones. Una serie de redes locales, regionales, e internacionales -

todas interconectadas. Provee E-mail (correo electrónico), acceso de lejos, y servicios de transferencia de archivos.

**ISDN** - Red digital de servicios integrados - Un formato digital disponible a negocios y casas para la transmisión de voz, video, o datos a una velocidad de hasta 1,5Mb/s.

**Interfaz de velocidad básica - (BRI)** - Uno de dos interfaces para ISDN. BRI provee dos canales cargadores (B) de 64 kbps cada uno y un canal de datos (D) a 16 kbps. Los dos canales cargadores se utilizan para voz, video, o datos de alta velocidad mientras que el canal de datos se usa para mandar señales y para transmisiones de poca velocidad. También se conoce como 2B+D.

**Interfaz de velocidad primaria - (PRI)** - ISDN PRI es 23B+D o 30B+D. A 23B+D, es 1,544 mbps, la línea normal de T-1 en los Estados Unidos que opera en 2pares, pero típicamente se entrega en fibra. A 30B+D, es 2,048 mbps, la línea normal E-1 en Europa, que también opera en 2 pares. El PRI ESDN canal de 1,544 mbps puede subdividirse en 23 canales cargadores (B) de 64 kbps cada uno y un canal de señalar/datos (D) a 64 kbps.

**56 conmutado** - Un servicio de datos que le permite a uno marcar a alguien y transmitir a la velocidad de 56 Kbps.

**ISDN BRI** - Interfaz de tarifa básica de la red digital de servicios integrados.

**ITU** - Sindicato internacional de telecomunicaciones.

**Jerarquía de sincronismo digital - (SDH)** - Una norma de protocolo sincrónico de alta velocidad que cubre el mundo entero y transmite a una velocidad de hasta 10Gb/s. Se conoce como SONET en el Norte de América.

**Jerarquía de sincronismo digital** - Véase SDH.

**LED** - Diodo emisor de luz que espontáneamente produce luz cuando se aplica corriente; un aparato semiconductor que emite luz incoherente formada por la unión P-N.

**Medidor de potencia** - Un aparato que mide la pérdida de energía en un conector de fibras ópticas, cable óptico, o sistema de fibras ópticas. Se mide en decibels (dB), dBm y vatios.

**Medio de transmisión** - El tipo de sistema de cable/inalámbrico usado para conectar los aparatos de red.

**Megahertz (MHz)** - Unidad de frecuencia que equivale un millón de hertz.

**Modem** - Un accesorio o periférico que convierte información digital en analógica para transmisión por una línea telefónica y vice versa. Una abreviatura de 'modulador/desmodulador'.

**Modo** - Un diseño de campo electromagnético que satisface las ecuaciones de Maxwell.

**Modo asincrónico de transferencia - (ATM)** - Un protocolo de comunicaciones para cambiar paquetes de longitud fija (53 bits) que puede funcionar a velocidades diferentes sobre medios distintos. Creado para transmisiones de voz, ATM también se usa para llevar datos y paquetes de video; un esquema de transmisión de alta velocidad, orientado en cuanto a la conexión, basado en la llamada, que provee ancho de banda de acuerdo con lo que exige el multimedia (voz, video, o datos).



**Modulación de código de pulso - (PCM)** - Un esquema de codificación que convierte señales análogas en una corriente digital de bits.

**Modulación de código de pulsación - (PCM)** - Un esquema de códigos que funciona para convertir señales análogas en una corriente digital de bits.

**Monomodo** - Véase 'modo simple'.

**Multiplexión por división de frecuencia** - La combinación de dos o más señales a diferentes frecuencias para que puedan ser transmitidas como una sola señal. Esto se puede hacer electrónicamente, o se puede realizar óptimamente al usar dos o más fuentes de luz de longitudes de onda distintas. La versión óptica se conoce mejor como 'longitud por división de frecuencia'.  
Multiplexión por división de tiempo - Véase TDM.

**Multiplexión de división de longitud de onda - (WDM)** - La combinación de dos o más señales ópticas para transmisión sobre una vía óptica común, usualmente una fibra simple.

**Multiplexor de adición e inserción - (ADM)** - Un elemento electrónico de unión intermedia que provee óptico/eléctrico - eléctrico/óptico conversión para permitir adición, inserción, o el multiplexor de señales comunicativas fotónicas. Se utiliza bastante en sistemas de SONET y SDH.

**Multiplexor** - Un aparato que combina dos o más señales separadas para transmisión por una sola fibra. Un multiplexor óptico combina señales a longitudes de onda distintas. Un multiplexor electrónico combina señales electrónicamente antes de que sean convertidas en una forma óptica por o tiempo (TDM) o frecuencia (FDM).

**Nanometro - (nm)** - Una billonésima de un metro =  $10^{-9}$  metro.

**Nanosegundo - (ns)** - Una billonésima de un segundo, expresado como  $10^{-9}$  segundo.

**NTSC** - Comité Nacional de Normas de Televisión - La norma actual de televisión del Norte de América. También se utiliza en el Japón y algunos otros países asiáticos, Centroamérica, y algunos países sudamericanos.

**OAM&P** - Operación, administración, mantenimiento, y aprovisionamiento - Colección de funciones provistas por un sistema de apoyo de operaciones; usado por las compañías telefónicas.

**Organización Internacional de Normas - (ISO)** - El cuerpo internacional, fundada por la U.N. para proveer normas consistentes mundiales. Calidad de miembro es provista por ANSI.

**OTDR - (Reflectómetro óptico de dominio de tiempo)** - Equipo de pruebas que le permite al operador caracterizar eventos a lo largo de una fibra al monitorear reflexiones de un pulso transmitido de luz.

**OC** - Tono Óptico (ANSI)

**PCM** - Véase Modulación de código de pulsación.

**PCS** - Véase Fibra de sílica revestida en plástico.

**Piso de acceso** - Un sistema de pisos que consiste en paneles completamente intercambiables y removibles que se apoyen con pedestales ajustables o ensartadores (o ambos) que permiten acceso al aire que está debajo.

**POP** - Véase Punto de presencia.

**Potencia** - La velocidad a que energía es absorbida, recibida, transmitida, transferida, etc., por unidad de tiempo. Unidad: vatios.

**Protocolo** - Una cantidad de reglas, convenciones, o procedimientos que tratan el formato y el tiempo de transmisiones de datos entre dos aparatos. Una serie de normas para las convenciones de comunicaciones que fomentan la transferencia correcta y organizada de datos entre estaciones de transferencia.

**Protocolo simple de administración de red** - Véase SNMP.

**Punto a punto** - Un sistema de comunicaciones de dos estaciones que junta directamente a dos consumidores.

**Punto de presencia - (POP)** - El lugar físico donde un portador de larga distancia termina las líneas antes de conectar a la compañía portadora de central local, a otro portador, o directamente a un cliente.

**Rango de error de bitios - (BER)** - Una medida de la precisión de la transmisión. Es una proporción de bitios recibidos en error al número de bitios mandados.

**Red de área local - (LAN)** - Un sistema interconectado de estaciones separadas, usualmente computadoras, en un lugar geográfico que es relativamente pequeño como un edificio o un complejo.

**Red de área metropolitana - (MAN)** - Un sistema interconectado de transmisión de datos que conecta a consumidores y LANs en un área localizada geográficamente tal como una ciudad.

**Red óptica sincrónica** - Véase SONET.

**Red de área metropolitana** - Véase MAN.

**Reflexión total interna - (TIR)** - Cien por ciento reflexión y cero por ciento transmisión de luz en el interfaz de dos medios ópticos.

**Reloj** - Un aparato que produce una señal sincronizadora de alta velocidad. Con la comunicación de datos, un aparato que produce señales (o pulsos) generadas que proveen referencias de tiempo para un enlace de transmisión. También funcionan las señales para grabar la duración del tiempo transcurrido.

**Servicio telefónico básico y antiguo - (POTS)** - El servicio básico de teléfono, tono de marcar sin rasgos especiales. Se espera que PANS lo va a reemplazar.

**Sincrónico** - Un método de transmisión en que las señales de tiempo de las estaciones de emitir y recibir controlan la sincronización de los caracteres de datos.

**SNMP** - Protocolo simple de administración de red - Arquitectura para el manejo de redes que fue diseñada para el Internet pero se aplica fácilmente a cualquier tipo de red.

**SONET** - Red óptica sincrónica - La porción de SDH del Norte de América.

**STM** - Modulo de Transporte Sincrónico (ITU-T)

**STS** - Señal de Transporte Sincrónica (ANSI).

**Tasa de errores de bitio - (BER)** - Una medida de la precisión de una transmisión. Es una proporción de bitios recibidos en error a los bitios mandados.

**TDM** - Multiplexión por división de tiempo - Una técnica digital que sirve para combinar dos o más señales en una sola corriente de datos compuesta de bits intermezclados de cada señal.

**Topología de estrella** - Aparatos de red que están conectados a un hub central como los puntos (picos) de una estrella.

**Topología** - La lógica colocación física y geométrica de una red. (O sea - estrella, bus, anillo.)

**Topología en anillo** - Todos los aparatos de red que están conectados en una serie que forma un círculo.

**Transmisión asincrónica** - Un método de transmisión en el cual cada carácter de información se sincroniza individualmente, usualmente por medio del uso de elementos de 'comienzo' y 'parada'. (Compárese con 'transmisión sincrónica'.)

**Transmisión de banda ancha** - Una técnica de transmisión que divide el ancho de banda en canales múltiples. Muchos canales están disponibles para transmisión; esto permite que varios aparatos de red transmitan simultáneamente sin chocarse.

**Transmisión sincrónica** - Un método de transmisión en que la sincronización de los caracteres es controlada por las señales de tiempo que se generan en las estaciones de emitir y recibir (no vienen de las comunicaciones de comienzo/parada). Ambas estaciones operan continuamente a la misma frecuencia y se mantienen en una relación deseada de fase. Cualquiera de los códigos de datos podría utilizarse para la transmisión con tal de que el código utilice los caracteres requeridos de la línea de control. (También se le llama "bi-sinc" o "binario sincrónico".)

**UPS** - Fuente de alimentación no interrumpible - Un aparato auxiliar de energía que provee potencia continua a un sistema telefónico en el caso de que se pierda la energía comercial.

**Velocidad de luz - (c)** -  $2,998 \times 10^8$  metros por segundo.

Ventanas de pérdida - Como se ha dicho ya, transmisiones de fibras ópticas son típicamente de las regiones de 830 y 1300nm para fibras de multimodo y 1300 y 1550nm para fibras de modo simple. La razón del uso viene de la disponibilidad de fuentes y detectores, y sus características de operación debido a los efectos de absorción a longitudes de ondas diferentes.

**WAN** - Red de área amplia - Una red de datos integrados que enlace las redes locales o metropolitanos con facilidades de portadores comunes.

**WDM - Multiplexión por división de longitud de onda** - La combinación de dos o más señales ópticas para transmisión sobre una vía común, usualmente una fibra simple.

**WWW** - Véase Red mundial.

**X.25** - Un protocolo de transmisión usado para conmutar paquetes. Normalizado por el CCITT.

**Zona muerta** - El área que muestran los OTDR que previene las medidas demasiado cercas. Causada por la anchura de un pulso de láser, reflexiones, y el levantamiento y la caída de un sistema.

# RESUMEN AUTOBIOGRAFICO.

Luis Enrique Cuevas Huesca.

Nacido 10 de Marzo de 1977

Padres: Francisco Cuevas Domínguez y Mirna Huesca Montero.

Estudios:

Universidad Autónoma Veracruzana.

Facultad de Ingeniería Electrónica y Comunicaciones con Especialidad en Telecomunicaciones.

Universidad Autónoma de Nuevo León.

Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica. División de Estudios de Postgrado.

SDH COMO SOLUCION TECNOLOGICA EN OPCION AL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS DE LA INGENIERIA CON ESPECIALIDAD EN  
TELECOMUNICACIONES

Experiencia profesional:

Cia. Metálica Barlovento.

Auxiliar mecánico y de Instrumentación. 1998

SGS de México.

Encargado del Depto. Control de Estimaciones y Avances de Proyectos. 1999

Multimedios Redes TELUM.

Administrador del Centro de Operación de Redes NOC Telum. 1999

Ingeniero de Soporte NOC Telum. 2000

Coordinador de Centro de Operación de Redes NOC Telum. 2001

Ingeniería de Planta Interna Multimedios Redes. 2005